

Guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer

Édition 2017



MINISTÈRE
DE L'ENVIRONNEMENT,
DE L'ÉNERGIE
ET DE LA MER

AVANT-PROPOS

Les engagements pris dans le cadre du paquet énergie climat (« Objectifs 3x20 ») et plus récemment du cadre énergie climat 2030 au niveau européen et retranscrits au niveau national placent la lutte contre le changement climatique et le développement des énergies renouvelables au premier rang des priorités. Pour atteindre l'objectif de 23 % d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale en 2020, et 32 % en 2030, la France doit développer un bouquet énergétique diversifié qui favorisera aussi l'implantation d'activités industrielles non délocalisables et créatrices d'emploi sur son territoire. Parmi ces filières, l'éolien en mer pourra contribuer à l'atteindre de l'objectif de 40 % d'électricité renouvelable à l'horizon 2030 fixé dans la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte adoptée en août 2015.

Ce développement devra être réalisé dans des conditions de haute qualité environnementale. Outre la protection des populations et la limitation des conflits d'usage avec les autres activités socio-économiques, la France s'engage à se doter de tous les outils nécessaires pour assurer le respect des milieux naturels, de la biodiversité, du patrimoine, des paysages, des sols, de l'air, de l'eau, du climat. Afin de répondre à ces enjeux, le Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, s'est impliqué dans la publication régulière de guides méthodologiques de l'étude d'impact spécifiques aux énergies renouvelables.

Le présent guide focalisé sur les parcs éoliens en mer (hors raccordement au réseau de transport et de distribution de l'électricité) s'inscrit dans le sillage des précédents guides méthodologiques publiés par le Ministère, et en particulier le « Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens » paru en 2010. Il s'appuie également sur l'« Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques des énergies marines renouvelables » paru en 2012. Il prend en compte l'évolution des méthodes et des connaissances ainsi que les retours d'expérience sur les projets et parcs existants.

La démarche d'élaboration de ce document s'est voulue résolument participative, en associant largement les parties prenantes au sein d'un comité de pilotage regroupant collectivités territoriales, État, associations de protection de l'environnement, professionnels, instituts de recherche et bureaux d'études.

Ce document vise à accompagner les acteurs de la filière éolienne en mer dans l'évaluation des impacts sur l'environnement à l'échelle du parc éolien et à fournir une base objective et partagée pour le dialogue avec les acteurs du territoire et l'État. Il s'adresse à l'ensemble des acteurs concernés par les projets éoliens et l'évaluation environnementale.

Ce guide contient des recommandations et présente des exemples de protocoles de suivi qui devront être adaptés à la sensibilité de chaque milieu. Notamment, les fréquences et périodicités de suivi pourront évoluer en fonction des premières observations, qui constituent une étape primordiale dans le processus d'évaluation environnementale. Ces recommandations ne constituent pas des obligations, et doivent aider à concilier le développement des projets éoliens en mer avec la préservation des milieux naturels et humains.

Laurent MICHEL
Directeur Général de l'Energie et du Climat

Portée du guide

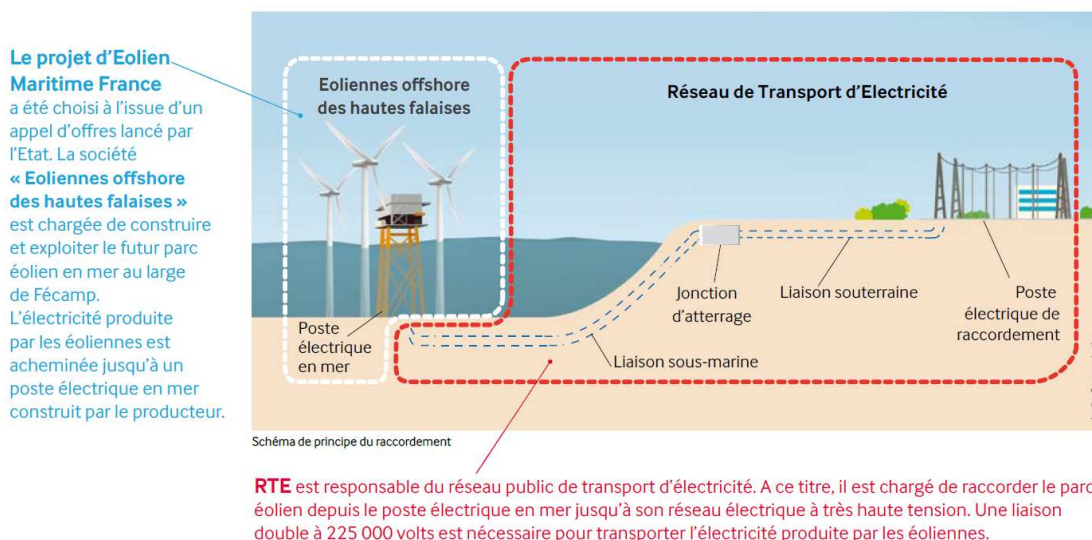
Le Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer a souhaité, par le présent guide, se doter d'un document d'accompagnement pour l'étude des impacts environnementaux de l'éolien en mer à l'échelle du parc éolien.

Ce document est destiné à l'ensemble des acteurs du territoire d'implantation d'un parc éolien en mer, comme les porteurs de projets qui doivent évaluer les impacts du parc sur l'environnement, et également les services instructeurs des dossiers de demande d'autorisations nécessaires à l'exploitation du parc.

Les éléments relevant de l'État et fixés dans le cadre des appels d'offre du Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer ne sont pas abordés dans ce guide. Tel est le cas pour les zones d'implantation du parc éolien, qui ont été définies par l'État dans le cadre d'une concertation avec les filières professionnelles concernées et en tendant à limiter le plus possible dès cette phase les impacts sur les activités humaines et sur le milieu naturel.

Ce document ne couvre pas non plus l'étude des impacts environnementaux liés au raccordement. L'élargissement de la portée du guide pourra être envisagé dans une étape ultérieure et permettre, en fonction des suites qui seront données prochainement au chantier de modernisation du droit de l'environnement, d'intégrer d'éventuelles évolutions du cadre réglementaire applicable aux projets éoliens en mer.

L'examen des études d'impacts environnementaux des demandes d'autorisation des projets éoliens lauréats du premier appel d'offres a par ailleurs permis à l'Autorité Environnementale de rendre de premiers avis et de considérer dans ce cadre qu'un projet éolien se décomposait en deux parties indissociables, que sont les installations en mer pour la production, et le raccordement au réseau de transport et de distribution de l'électricité.



*Figure 1 : Illustration du raccordement d'un parc éolien en mer et des périmètres de responsabilité
(source : RTE)*

La portée du guide étant limitée à l'évaluation des impacts environnementaux à l'échelle du parc éolien, le terme "étude d'impact" employé tout au long du guide correspond à l'évaluation des impacts sur l'environnement à l'échelle du seul parc éolien. Cette terminologie est retenue par commodité. Elle ne revient en aucun cas à considérer que le champ de l'étude d'impact d'un projet éolien doit se limiter au seul parc éolien. Elle est utilisée sans remettre en cause le caractère indissociable d'un projet éolien (parc éolien et raccordement), ni le bien fondé et la pertinence d'une présentation intégrée de l'étude d'impact d'un projet éolien ou bien d'une présentation cohérente et concomitante des différentes études d'impact portant sur un même projet éolien.

Il convient ainsi de retenir que la vocation du présent guide est de mettre à disposition des porteurs de projet et parties prenantes une boîte à outils fonctionnelle pour réaliser sur une base objective et partagée l'évaluation des impacts environnementaux du seul parc éolien.

SOMMAIRE

SOMMAIRE	1
LISTE DES FIGURES.....	6
LISTE DES TABLEAUX	7
1. INTRODUCTION.....	9
1.1. Développement des énergies marines renouvelables en France	9
1.1.1. Contexte général et objectifs nationaux	9
1.1.2. Focalisation sur les énergies marines et l'éolien en mer	10
1.2. Présentation de l'éolien en mer.....	13
1.3. Objectifs du guide	16
1.4. Rappel des obligations en matière d'étude d'impact	17
1.4.1. Cadre réglementaire	17
1.4.2. L'autorité environnementale.....	18
1.4.3. Contenu de l'étude d'impact environnemental	19
1.5. Contenu du guide	22
2. L'ETUDE D'IMPACT DANS LE CADRE DE L'IMPLANTATION D'UN PARC EOLIEN EN MER.....	23
2.1. Cadrage préalable.....	23
2.1.1. Eléments à recueillir lors du cadrage préalable	24
2.1.2. Identification des principaux enjeux environnementaux.....	25
2.1.3. Identification des effets et des impacts attendus du projet.....	26
2.1.4. Présentation et justification des différentes composantes de l'environnement à étudier	32

SOMMAIRE

2.1.5. Définition des aires d'étude	34
2.2. Description du projet.....	36
2.3. Analyse de l'état actuel de l'environnement	38
2.3.1. Objectif	38
2.3.2. Méthodes d'évaluation de l'état actuel par compartiment	39
2.3.2.1. <i>Analyse du milieu physique</i>	39
2.3.2.2. <i>Analyse du milieu biologique</i>	42
2.3.2.3. <i>Analyse du paysage et du patrimoine</i>	46
2.3.2.4. <i>Analyse des activités socio-économiques et des usages</i>	47
2.3.3. Conclusion de l'analyse de l'état actuel : définition d'un état environnemental de référence et synthèse des enjeux environnementaux	51
2.4. Analyse des effets et évaluation des impacts potentiels	52
2.4.1. Différents types d'effets.....	52
2.4.2. Evaluation de l'importance des effets et hiérarchisation des impacts potentiels.....	54
2.4.2.1. <i>Analyse des effets</i>	54
2.4.2.2. <i>Analyse de la sensibilité du milieu</i>	55
2.4.2.3. <i>Analyse des impacts potentiels</i>	56
2.4.3. Synthèse des impacts potentiels, justification du choix et affinage des périmètres du parc éolien.....	59
2.5. Analyse des effets cumulés.....	61
2.6. Recherche de mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts	61
2.6.1. Différents types de mesures	63
2.6.2. Analyse et proposition de mesures	64
2.7. Autres éléments à présenter dans l'étude d'impact.....	66
2.7.1. Méthodes utilisées	66
2.7.2. Difficultés rencontrées.....	66
2.7.3. Présentation des différents auteurs.....	66

SOMMAIRE

2.7.4. Résumé non technique	67
2.8. Stratégie de suivi environnemental	68
2.8.1. Définition du suivi environnemental.....	68
2.8.2. Finalités du suivi environnemental	68
2.8.3 Modalités de réalisation des suivis environnementaux	69
2.8.4. Etapes du suivi environnemental	71
2.8.4.1. Analyse du contexte	71
2.8.4.2. Définition des objectifs de suivi.....	71
2.8.4.3. Détermination d'indicateurs de suivi et de l'état de référence	71
2.8.3.4. Définition des méthodes de suivi.....	72
2.8.3.5. Définition des responsabilités, des moyens et des coûts	73
2.8.3.6. Analyse des données et évaluation.....	73
2.8.3. Démantèlement et remise en état du site.....	73
2.9. L'étude d'impact et la participation du public.....	76
2.9.1. La concertation.....	76
2.9.2. Le débat public.....	76
2.9.3. L'enquête publique.....	77
2.10. Rédaction et présentation de l'étude d'impact	79
2.10.1. Objectifs	79
2.10.2. Recommandations pour la rédaction.....	79
2.11. Etude d'incidences sur l'état de conservation des sites Natura 2000	80
2.11.1. Cadre général	80
2.11.2. Contenu de l'évaluation des incidences Natura 2000	81
3. « BOITE A OUTILS ».....	86
3.1. Synthèse des études à réaliser lors de l'analyse de l'état initial.....	87
3.2. Informations à collecter dans le cadre de l'étude d'impact et où les trouver	89

3.3. Autres sources d'informations utiles	97
3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales).....	102
3.4.1. Conditions océanographiques (à adapter en fonction des spécificités locales).....	104
3.4.2. Nature et structure des fonds marins (à adapter en fonction des spécificités locales).....	108
3.4.3. Bruit ambiant sous-marin (à adapter en fonction des spécificités locales)	112
3.4.4. Paramètres physico-chimiques (adapter en fonction des spécificités locales)	116
3.4.4.1. <i>Qualité physico-chimique du substrat.....</i>	<i>116</i>
3.4.4.2. <i>Qualité physico-chimique des eaux.....</i>	<i>117</i>
3.4.5. Habitats benthiques (à adapter en fonction des spécificités locales)	119
3.4.6. Poissons et mollusques (à adapter en fonction des spécificités locales) ..	123
3.4.7. Mammifères marins (à adapter en fonction des spécificités locales)	127
3.4.8. Avifaune (à adapter en fonction des spécificités locales).....	133
3.4.9. Chiroptères (à adapter en fonction des spécificités locales)	140
3.4.10. Usages halieutiques (à adapter en fonction des spécificités locales).....	143
3.5. Outils d'analyse et d'évaluation des impacts	147
3.5.1. Evaluation de la sensibilité des espèces.....	147
3.5.2. Evaluation de la sensibilité des habitats.....	150
3.5.3. Evaluation de la sensibilité des activités socio-économiques	152
3.6. Analyse prévisionnelle des impacts : fiches thématiques par composante	153
3.6.1. Analyse prévisionnelle des impacts liés aux interactions mécaniques avec les fonds.....	153
3.6.1.1. <i>Analyse prévisionnelle des impacts du remaniement du substrat</i>	<i>153</i>
3.6.1.2. <i>Analyse prévisionnelle des impacts de la remise en suspension de matériaux.....</i>	<i>155</i>

SOMMAIRE

3.6.2. Analyse prévisionnelle des impacts du bruit	157
3.6.3. Analyse prévisionnelle des impacts de l'électromagnétisme.....	161
3.6.4. Analyse prévisionnelle des impacts des variations de température	163
3.6.5. Analyse prévisionnelle des impacts associés à la présence physique des installations	165
3.6.5.1. Analyse prévisionnelle des impacts de l'effet récif.....	165
3.6.5.2. Analyse prévisionnelle des impacts de l'effet réserve	167
3.6.5.3. Analyse prévisionnelle des risques de collision et de l'effet barrière ..	168
3.6.5.4. Analyse prévisionnelle des impacts de la présence des installations sur les usages	170
3.6.5.5. Analyse prévisionnelle des impacts de la présence des installations sur le paysage	176
3.6.6. Analyse prévisionnelle des impacts sur l'hydrodynamisme et le compartiment sédimentaire	177
 LISTE DES MEMBRES DU COMITE DE PILOTAGE.....	179
 LISTE DES MEMBRES DU COMITE DE RELECTURE	181
 BIBLIOGRAPHIE.....	182
 LISTE DES SIGLES	188
 ANNEXE : COORDONNEES UTILES	190

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Lauréats des 2 premiers appels d'offres éolien en mer à mai 2014 (source : MEDDE).	12
Figure 2 : Schéma d'une éolienne (source : http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wind_turbine_int.svg)	14
Figure 3 : Eoliennes en mer posées. Parc d'Alpha Ventus en Allemagne (source : Adwen [anciennement Areva Wind])	14
Figure 4 : Les différents types de fondations d'une éolienne posée (source : SAIPEM).	15
Figure 5 : Eolienne flottante à plateforme semi-submergée (source : energiesdelamer.blogspot.com)	15
Figure 6 : Le rôle du cadrage préalable dans la démarche de l'étude d'impact environnemental (d'après MEEDDM, 2010)	24
Figure 7 : Travaux de construction du parc éolien en mer d'Ormonde (Royaume-Uni – source : http://www.enerzine.com)	27
Figure 8 : Mouvements sédimentaires autour d'une structure fixée sur le fond marin.	30
Figure 9 : Méthodologie d'évaluation des impacts environnementaux potentiels d'un projet d'aménagement (d'après MEDDE, 2012).	58
Figure 10. Démantèlement d'un parc éolien onshore de Criel-sur-mer, aucun parc éolien en mer n'a encore été démantelé à ce jour (source : VALOREM).	75
Figure 11. Grands dauphins (<i>Tursiops truncatus</i>) et puffins des Baléares (<i>Puffinus mauretanicus</i>), deux espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de sites Natura 2000 (sources : CRMM et LPO).	80
Figure 12. Schéma récapitulatif de l'étude d'incidences Natura 2000	85
Figure 13 : Acoustic Doppler Current Profile (source : Astérie)	105
Figure 14 : Carte morpho-bathymétrique du Golfe du Lion au 1/250000 (source : IFREMER).	109
Figure 15 : Prélèvements à la benne Hamon (source : CNRS)	120
Figure 16 : Mensuration de poissons (source : NEREIS Environnement)	123
Figure 17 : Observation de mammifères marins par transects en bateau (source : AAMP).	128
Figure 18 : Extrait du journal de bord d'un chalutier (source : Scapêche)	145
Figure 19 : Arbres décisionnels pour la définition de la tolérance et de la résilience d'un habitat à un effet. (source : MEDDE, 2012)	151
Figure 20 : Rideau de bulles déployé autour d'une structure en Mer du Nord (source : HYDROTECHNIK LÜBECK).	160
Figure 21 : Méthodes d'évaluation des impacts sur le tourisme et sur les activités économiques (source : CREDOC 2008).	175

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Récapitulatif des effets attendus des parcs éoliens en mer durant les différentes phases de la vie du parc.	31
Tableau 2 : Récapitulatifs des effets environnementaux attendus et des compartiments potentiellement impactés.....	32
Tableau 3 : Définition des principales caractéristiques du projet (d'après Michel, 2001).	37
Tableau 4 : Description des études à réaliser pour l'évaluation de l'état actuel du milieu physique dans le cadre de l'installation d'éoliennes en mer.....	40
Tableau 5 : Description des études à réaliser pour l'évaluation de l'état actuel du milieu biologique dans le cadre de l'installation d'éoliennes en mer.....	42
Tableau 6 : Description des études à réaliser pour l'évaluation de l'état actuel du patrimoine écologique dans le cadre de l'installation d'éoliennes en mer	46
Tableau 7 : Description des études à réaliser pour l'évaluation de l'état actuel des activités socio-économiques et des usages dans le cadre de l'installation d'éoliennes en mer	47
Tableau 8 : Critère d'affinage du périmètre de projet (d'après MEDDE, 2012).....	59
Tableau 9 : Exemple de tableau d'analyse multicritères des différentes solutions de substitution (d'après MEEDDM, 2010).....	60
Tableau 10 : Exemple de tableau de synthèse des mesures proposées (d'après MEEDDM, 2010)	64
Tableau 11 : Critères de conditionnalité des indicateurs de suivi.....	72
Tableau 12 : Echelle de tolérance des espèces à un effet (source : Egis d'après MarLIN).....	147
Tableau 13 : Echelle de résilience des espèces à un effet (Source : Egis d'après MarLIN).....	147
Tableau 14 : Evaluation du sens et de l'amplitude des impacts en fonction des échelles de résilience et de tolérance des espèces (source : Egis d'après MarLIN).	148
Tableau 15 : Grille d'évaluation des impacts sur les espèces et les habitats (source : MEDDE, 2012)	149
Tableau 16 : . Description des espèces qui influencent l'écologie d'un habitat de manière significative (MEDDE, 2012).....	150
Tableau 17 : Echelle d'impact des activités socio-économiques en fonction de l'amplitude de l'effet (source : EMEC).	152
Tableau 18 : Echelle de hiérarchisation d'impacts pour les oiseaux de l'effet barrière (Walls et al., 2009).....	169

1. INTRODUCTION

1.1. Développement des énergies marines renouvelables en France

1.1.1. Contexte général et objectifs nationaux

Les enjeux du changement climatique se déclinent aujourd'hui aussi bien sur le plan environnemental que sur le plan humain et socio-économique.

Les potentiels impacts de la hausse des températures, de l'élévation du niveau de la mer et de l'acidification des océans sur les écosystèmes commencent à être identifiés et les conséquences de tels changements non maîtrisés à moyen terme nous pressent à agir dans le sens d'une réduction de nos émissions de gaz à effet de serre. À ces considérations environnementales s'ajoutent également des enjeux liés au renforcement de l'indépendance énergétique, à la diversification du mix énergétique et à l'opportunité de trouver dans de nouvelles filières ancrées sur le territoire des facteurs de croissance économique.

Face à ces défis, L'Union européenne a adopté en décembre 2008 un ensemble d'objectifs dit « paquet énergie climat » visant à atteindre d'ici 2020 l'objectif emblématique des « trois fois vingt », avec :

- Une baisse de 20 % des émissions de CO₂ de l'Union par rapport à 1990 ;
- Une augmentation de l'efficacité énergétique de 20 % ;
- Une part de 20 % d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie de l'Union, tous usages confondus, électricité, chaleur et carburants.

En octobre 2014, le Conseil européen a adopté un nouvel accord qui fixe les grands objectifs pour 2030 :

- Un objectif contraignant de baisse de 40 % des émissions de gaz à effet de serre de l'Union par rapport à 1990 ;
- Une part (objectif contraignant) de 27 % d'énergies renouvelables dans la consommation énergétique ;
- Une amélioration de l'efficacité énergétique de 27 % par rapport aux scénarii de consommation future. Cet objectif sera réexaminé en 2020 pour étudier la possibilité de le porter à 30 %.

L'atteinte de ces objectifs passe par des actions visant à encourager la sobriété et l'efficacité énergétique dans les secteurs du bâtiment, des transports, de l'industrie, de l'agriculture et des déchets. Elle passe également par le développement des énergies renouvelables à haute qualité environnementale pour lesquelles la France, signataire du protocole de Kyoto, s'est dotée d'un Plan de Développement présenté le 17 novembre 2008. Ce plan vise à augmenter de 20 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) la production annuelle d'énergies renouvelables pour porter la part de ces énergies à au moins 23 % de la

consommation d'énergie finale d'ici à 2020.

Concernant la production électrique, la programmation pluriannuelle des investissements d'électricité (PPI électricité) présentée en 2009 retient une augmentation conséquente de la part d'électricité renouvelable produite en 2020 afin de faire face à la hausse prévisionnelle de la consommation, l'électricité étant le seul vecteur énergétique dont l'usage devrait croître d'ici 2020.

La loi n°2015-992 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, publiée au Journal Officiel du 18 août 2015, propose de nouveaux objectifs ambitieux pour la France à l'horizon 2030. Ainsi, les énergies renouvelables devraient représenter 32 % de notre consommation finale en 2030 et 40% d'électricité renouvelable à l'horizon 2030. La Programmation Pluriannuelle de l'Energie, prévue par l'article 176 de loi n°2015-992 et publiée le 28 octobre 2016 décline les orientations de la politique énergétique de la France, dont le développement des énergies renouvelables ; l'éolien en mer devrait ainsi représenter une puissance installée de 3 à 6 GW à l'horizon 2023.

1.1.2. Focalisation sur les énergies marines et l'éolien en mer

Avec plus de 11 millions de km² d'eaux marines sous sa juridiction (en majorité dans l'hémisphère Sud), la France dispose de la deuxième puissance maritime mondiale, et s'est fixée un objectif ambitieux en matière d'éolien en mer et d'énergies marines de 6 GW à horizon 2020². Cet objectif pourrait représenter l'installation d'environ 1000 à 1200 éoliennes, et pourraient fournir l'équivalent de la consommation annuelle de 4,5 millions de foyers.

Si plusieurs formes d'énergies marines, technologies qui recouvrent l'ensemble des technologies permettant de produire de l'électricité à partir de différentes forces ou ressources du milieu marin, peuvent être exploitées, les différentes filières en sont à des stades de maturité différents.

La France a amorcé le développement commercial de l'éolien en mer « posé » avec l'attribution de près de 3 GW répartis sur six parcs dans le cadre des appels d'offres de 2011 et 2013. Un 3e appel d'offre sur une zone au large de Dunkerque a été annoncé³ le 4 avril 2016

Les autres énergies renouvelables en mer parmi lesquelles l'éolien en mer flottant, l'hydrolien marin qui utilise l'énergie des courants marins, l'houlomoteur qui utilise l'énergie des vagues, l'énergie marémotrice qui utilise l'énergie des marées, ou l'énergie thermique des mers utilise l'énergie hydrothermique, c'est-à-dire le gradient de température entre les eaux de surface chaudes et les eaux froides en profondeur

² Arrêté du 14 avril 2016 relatif aux objectifs de développement des énergies renouvelables modifiant l'arrêté du 15 décembre 2009 relatif à la programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité

³ http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2016-04-04_Appel_d_offres_eolien_en_Mer_Dunkerque.pdf

en sont des filières émergentes, au stade de la recherche et de l'expérimentation. Aujourd'hui, à l'exception notable de l'usine marémotrice de la Rance, il n'y a pas encore de parc de production en France, mais de nombreux projets de démonstration sont en cours de déploiement. Chacune de ces filières, a un degré de maturité et des perspectives de développement spécifiques à plus ou moins long terme. Le soutien de l'Etat pour accompagner ces filières vers la maturité passe avant tout par du financement de projets de recherche, de démonstration de briques technologiques, ou de fermes pré-commerciales.

Concernant l'éolien en mer posé (ou éolien offshore), une action de caractérisation du gisement et de concertation, lancée au début de l'année 2009 et achevée en septembre 2010, a permis d'identifier les premières zones propices à son développement. Le ministère en charge de l'énergie a décidé de lancer un premier appel d'offres en juillet 2011 portant sur 5 zones de développement (Le Tréport, Fécamp, Courseulles-sur-Mer, Saint-Brieuc et Saint-Nazaire), dont quatre ont été retenues en avril 2012 pour les puissances suivantes :

- Fécamp (Seine-Maritime, puissance 498 MW) ;
- Courseulles-sur-Mer (Calvados, puissance 450 MW) ;
- Saint-Nazaire (Loire-Atlantique, puissance 480 MW) ;
- Saint-Brieuc (Côtes d'Armor, puissance 500 MW).

Afin de poursuivre le développement de l'éolien en mer, un deuxième appel d'offres a été lancé en mars 2013 portant sur les zones du Tréport et des Iles d'Yeu et de Noirmoutier. Les lauréats ont été désignés en juin 2014 pour les puissances suivantes :

- Le Tréport (Seine-Maritime, puissance 496MW) ;
- Iles d'Yeu et de Noirmoutier (Vendée, puissance 496 MW).



L'attribution de ces six parcs doit permettre le déploiement d'une puissance totale de près de 3 GW, un investissement de l'ordre 10 milliards d'euros, et la création de l'ordre de 10 000 emplois industriels dans les régions Pays-de-la-Loire, Bretagne, Basse-Normandie et Haute-Normandie (source : MEDDE).

Tirant profit du retour d'expérience de ces deux appels d'offres éolien en mer posés, un appel à projet pour des fermes pilotes éoliennes flottantes a été lancé à l'été 2015 dans le cadre du programme des investissements d'avenir. Les deux premiers lauréats ont été désignés le 22 juillet 2016 :

- domaine de l'éolien posé en mer, un 3e appel d'offres a été lancé par le Royal, ministre de l'environnement de l'énergie et de la mer, chargée des affaires internationales sur le climat, en avril 2016 sur une zone au large de l'Écosse. Ce nouvelle appel d'offres se différencie des précédents sur plusieurs

- la sélection des offres se fera au travers d'une nouvelle procédure de "dialogue concurrentiel" ;

- des études de levées des risques seront réalisées par des établissements publics de l'Etat sur demande de celui-ci avant la remise des offres définitives.

1.2. Présentation de l'éolien en mer

Selon le *Global Wind Energy Council*, la capacité totale installée d'énergie éolienne en 2015 représente 432,9 GW à travers le monde dont 12,1 GW environ d'éolien en mer. En 2015, les parcs éoliens en mer ne représentaient ainsi que 2,8 % de la capacité éolienne totale installée, et principalement en Europe, qui concentre plus de 91 % de la puissance éolienne en mer (11,02 GW). Selon l'*European Wind Energy Association (EWEA)* et le rapport *Oceans of Opportunity*, l'éolien en mer pourrait potentiellement approvisionner entre 12 et 16 % de la demande d'électricité total de l'UE d'ici 2030.

Les éoliennes en mer suivent le même principe que les éoliennes à terre : elles transforment l'énergie mécanique du vent en énergie électrique. L'énergie éolienne en mer bénéficie cependant des vents marins, plus forts et plus réguliers que les vents terrestres, permettant de produire jusqu'à 60 % d'énergie supplémentaire. De plus, l'impact paysager des éoliennes en mer est plus limité qu'à terre.

Une éolienne se compose des éléments suivants (fig. 2) :

- Un mât fixé sur les fonds marins (éolien en mer posé) ou flottant (éolienne mer flottant);
- Une nacelle qui abrite les composants mécaniques, pneumatiques et certains composants électriques et électroniques. Elle peut pivoter pour orienter le rotor dans la direction du vent ;
- Un rotor, composé de plusieurs pales (en général trois) et du nez de l'éolienne fixé à la nacelle. Il est entraîné par l'énergie du vent et branché directement ou indirectement au système mécanique qui utilisera l'énergie recueillie ;
- Un système de fixation, posé ou flottant, dont les différentes variantes sont décrites ci-après.

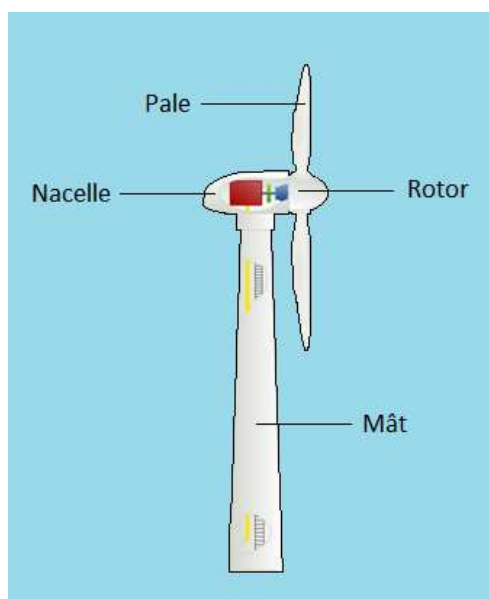


Figure 2 : Schéma d'une éolienne (source http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wind_turbine_int.svg)

L'électricité produite est ensuite conduite à terre au travers d'un réseau de câbles sous-marins et de postes de conversion. On parle de parc éolien ou de ferme éolienne pour décrire le groupement des machines.



Figure 3 : Eoliennes en mer posées. Parc d'Alpha Ventus en Allemagne (source : Adwen [anciennement Areva Wind])

Il existe deux types de technologies en fonction du système de fixation :

1.2. Présentation de l'éolien en mer

- Les éoliennes posées sur le fond marin, qui reposent sur une structure gravitaire, un monopieu, une structure entretoisée (« jacket ») ou encore sur un tripode **dans des eaux peu profondes** (fig. 4). A noter qu'il s'agit de l'unique technologie d'énergie renouvelables en mer à maturité à ce jour ;
- Les éoliennes flottantes qui s'ancrent au fond marin au moyen de plusieurs systèmes : flotteur colonne à grand tirant d'eau (« spar »), flotteur semi-submergé (fig. 5) et support à lignes tendues pour des installations loin des côtes à des **profondeurs plus élevées**.

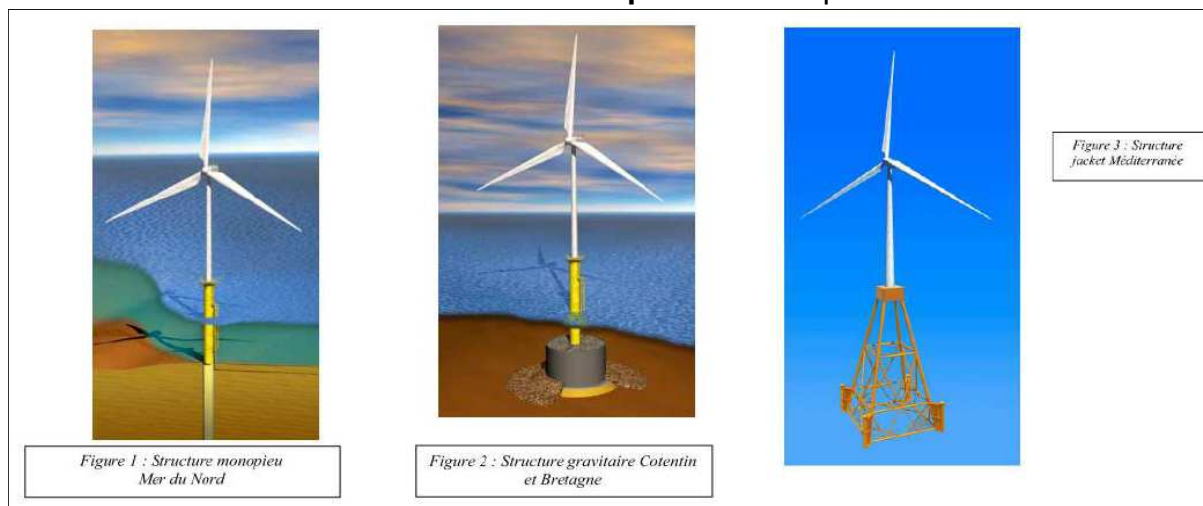


Figure 4 : Les différents types de fondations d'une éolienne posée (source : SAIPEM).



Figure 5 : Eolienne flottante à plateforme semi-submergée (source : energiesdelamer.blogspot.com)

La puissance et la dimension des machines ne cessent d'augmenter et à taille de parc similaire, ce sont des machines de plus de 8 MW et d'une hauteur d'environ

180 m qui sont attendues le long des côtes françaises.

1.3. Objectifs du guide

Le développement des EMR est essentiel pour répondre aux nombreux enjeux environnementaux et socio-économiques que soulève le changement climatique à l'échelle globale et nationale. A l'échelle des projets, ce développement fait émerger ses propres enjeux environnementaux, d'acceptabilité et de conflits d'usages, et nécessite de la part des développeurs un travail pour favoriser leur acceptabilité sociale et environnementale. L'intégration locale est une condition indispensable pour assurer un développement harmonieux de ces technologies au sein des territoires, et atteindre les objectifs environnementaux et socio-économiques fixés au niveau stratégique. Cette intégration passe par la conception et la mise en œuvre de projets de moindre impact à un coût raisonnable.

La Direction Générale de l'Energie et du Climat (DGEC) du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (MEEM) a pour mission d'élaborer et de mettre en œuvre les politiques publiques relatives à l'énergie, aux matières premières énergétiques, à la lutte contre le réchauffement climatique et la pollution atmosphérique. Dans ce cadre, la DGEC propose la stratégie française en matière de développement des énergies renouvelables y compris marines, et notamment les conditions dans lesquelles ces nouveaux moyens de production se développent.

C'est dans ce contexte que la DGEC a souhaité, par le présent guide, se doter d'un document d'accompagnement pour l'étude des impacts environnementaux de l'éolien en mer à l'échelle des parcs éoliens (en amont du raccordement au réseau électrique pour lequel la maîtrise d'ouvrage a été confiée au gestionnaire du réseau public de transport d'électricité dans le cadre des appels d'offres éolien en mer de 2011 et 2013).

Ce guide a pour objectif d'accompagner les porteurs de projets dans la réalisation de leurs études d'impact environnemental et dans la mise en œuvre de leur suivi environnemental afin d'intégrer au mieux les préoccupations liées au développement de l'énergie éolienne en mer durant toute la vie du parc éolien en mer. Un ensemble d'outils pratiques est proposé dans ce guide afin d'orienter le lecteur dans sa recherche d'informations.

Ce guide a également pour objectif d'accompagner les services instructeurs dans l'évaluation des études réalisées, en regard des enjeux environnementaux déterminés. Pour cela, un certain nombre d'outils d'aide à l'évaluation sont fournis dans ce document.

Ce guide s'adresse également aux experts et aux bureaux d'études qui seraient susceptibles de réaliser les études d'impact, ainsi qu'aux commissaires enquêteurs qui réaliseront l'enquête publique liée à l'étude d'impact.

Associations locales, usagers et grand public désireux de se tenir informés des travaux réalisés pourront également se référer à l'étude « Energies Marines Renouvelables – Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques » (MEDDE, 2012) qui constitue une source d'information bibliographique complète sur le sujet.

Ce guide répond notamment aux besoins de méthodologie relative à la levée des risques environnementaux. Il traite principalement des aspects liés aux protocoles à mettre en œuvre dans l'analyse du milieu naturel marin au moment de l'étude d'impact d'un parc éolien en mer. Il fournit également des exemples pratiques de dispositifs de suivi environnemental pour la phase d'exploitation du parc. Il évoque mais n'a pas vocation à ce stade à éclairer en détail sur :

- **Les aspects socio-économiques ;**
- **Les impacts sur la santé et la sécurité des populations ;**
- **Les impacts sur l'environnement terrestre, le climat.**

Il n'aborde pas les impacts liés au raccordement électrique en aval de la sous-station, ni les impacts liés au stockage de l'énergie et à son transport à grande échelle. Ces questions doivent cependant être abordées au travers de l'étude des impacts environnementaux pour le projet.

1.4. Rappel des obligations en matière d'étude d'impact

1.4.1. Cadre réglementaire

Le code de l'environnement prévoit que *« les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés, qui par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation, sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine sont précédés d'une étude d'impact »* (article L. 122-1 du Code de l'Environnement). Cette étude d'impact conditionne l'autorisation du projet.

L'article 230 de la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (ou Loi Grenelle II) modifie et complète les dispositions prises dans le code de l'environnement. Il supprime notamment la procédure de notice d'impact et précise que les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements *« sont soumis à étude d'impact en fonction de critères et de seuils définis par voie réglementaire et, pour certains d'entre eux, après un examen au cas par cas effectué par l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement »*.

Les projets éoliens en mer sont soumis à plusieurs autorisations, notamment :

- Une autorisation ministérielle d'exploiter au titre des conditions prévues à l'article L. 311-11 du code de l'énergie ;
- Une concession d'utilisation du domaine public maritime conformément aux articles L. 2124-3 et R. 2124-1 à R. 2124-12 du code général de la propriété des personnes publiques (ceci impliquant par ailleurs une étude d'impact ainsi qu'une enquête publique systématique) ;
- Un accord conforme du préfet maritime et de l'autorité militaire dans les conditions de l'article R. 2124-56 du même code ;
- Une autorisation au titre des dispositions des articles L. 214-2 et suivant du code de l'environnement (loi sur l'eau).

L'article R. 122-2 du Code de l'Environnement dispose en outre dans son annexe que toutes les installations en mer de production d'énergie sont soumises étude d'impact de façon systématique, ce qui inclut évidemment l'éolien.

L'autorisation ne sera accordée par l'autorité compétente qu'après la prise en considération de l'étude d'impact, de l'avis de l'autorité administrative d'Etat compétente en matière d'environnement⁶ et du résultat de la consultation publique mise en œuvre (article L. 122-1 du code de l'environnement modifié par l'article 230 de la loi Grenelle II). Cette décision précisera alors les conditions accompagnant l'autorisation ainsi que « *les mesures destinées à éviter, réduire et, lorsque c'est possible, compenser les effets négatifs du projet sur l'environnement* ».

1.4.2. L'autorité environnementale

L'autorité administrative d'Etat compétente en matière d'environnement, ou autorité environnementale telle que prévue aux articles L. 122-1 et L. 122-7 du code de l'environnement est destinataire du dossier de demande d'autorisation. Elle émet un avis sur la qualité de l'étude d'impact et sur la manière dont l'environnement est pris en compte dans le projet. L'avis de l'autorité environnementale comporte :

- Une analyse du contexte du projet ;
- Une analyse du caractère complet de l'étude d'impact, de sa qualité et du caractère approprié des informations qu'il contient ;
- Une analyse de la prise en compte de l'environnement dans le projet, notamment la pertinence et la suffisance des mesures de suppression, de réduction, voire de compensation des impacts.

⁶ Notion introduite dans l'article 1 de la loi n°2005-1319 du 26 octobre 2005 portant diverses dispositions d'adaptation au droit communautaire dans le domaine de l'environnement et modifiant l'article L. 122-1 du code de l'environnement.

1.4. Rappel des obligations en matière d'étude d'impact

L'avis vise à éclairer le public sur la manière dont le porteur de projet a pris en compte les enjeux environnementaux. Il est joint à l'enquête publique. Il constitue l'un des éléments dont dispose l'autorité compétente pour prendre la décision d'autorisation ou d'approbation. L'avis est également transmis au maître d'ouvrage, en réponse à son obligation de transparence et de justification de ses choix.

L'avis de l'autorité environnementale intervient lors de la procédure d'autorisation, mais cette autorité peut être sollicitée en amont lors du cadrage préalable. Ainsi, selon les termes de l'article L. 122-1-2 du Code de l'Environnement, *« si le maître d'ouvrage le requiert avant de présenter une demande d'autorisation, l'autorité compétente rend un avis sur le champ et le degré de précision des informations à fournir dans l'étude d'impact [...] ainsi que les zonages, schémas et inventaires relatifs au lieu du projet »*. L'autorité environnementale est consultée pour rendre cet avis.

L'autorité environnementale rend son avis *« après avoir consulté, le ou les préfets des départements sur le territoire desquels est situé le projet, au titre de leurs attributions dans le domaine de l'environnement »*, ainsi que, *« le cas échéant, le préfet maritime au titre des compétences en matière de protection de l'environnement qu'il tient du décret n° 2004-112 du 6 février 2004 relatif à l'organisation de l'action de l'Etat en mer »* (article R. 122-7-III du Code de l'Environnement). L'autorité environnementale peut également solliciter les services et agences spécialisés (AAMP et gestionnaires d'AMP, IFREMER, CETMEF, etc.) avant de rendre son avis.

1.4.3. Contenu de l'étude d'impact environnemental

Le contenu de l'étude d'impact est défini par **l'article R. 122-5 du code de l'environnement**. Cet article dispose que : *« Le contenu de l'étude d'impact est proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, ouvrages et aménagements projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine. »*

Pour les projets en mer de production d'énergie, l'article R. 122-5 indique que l'étude d'impact présente :

« 1° Un résumé non technique des informations prévues ci-dessous.

2° Une **description du projet** , y compris en particulier :

- une description de la localisation du projet ;
- une description des caractéristiques physiques de l'ensemble du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition nécessaires, et des exigences en matière d'utilisation des terres lors des phases de construction et de fonctionnement ;

- une description des principales caractéristiques de la phase opérationnelle du projet, relatives au procédé de fabrication, à la demande et l'utilisation d'énergie, la nature et les quantités des matériaux et des ressources naturelles utilisés ;
- une estimation des types et des quantités de résidus et d'émissions attendus, tels que la pollution de l'eau, de l'air, du sol et du sous-sol, le bruit, la vibration, la lumière, la chaleur, la radiation, et des types et des quantités de déchets produits durant les phases de construction et de fonctionnement.

3° Une **description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement** et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet, dénommée " scénario de référence ", et un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet, dans la mesure où les changements naturels par rapport au scénario de référence peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles.

4° Une **description des facteurs** mentionnés au III de l'article L. 122-1 susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet : la population, la santé humaine, la biodiversité, les terres, le sol, l'eau, l'air, le climat, les biens matériels, le patrimoine culturel, y compris les aspects architecturaux et archéologiques, et le paysage ;

5° Une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement résultants entre autres [...] du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

- ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R. 214-6 et d'une enquête publique ;
- ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté au titre des articles R. 214-6 à R. 214-31 mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage ;

6° Une description des **incidences négatives notables** attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs en rapport avec le projet concerné. Cette description

1.4. Rappel des obligations en matière d'étude d'impact

comprend le cas échéant les mesures envisagées pour éviter ou réduire les incidences négatives notables de ces événements sur l'environnement et le détail de la préparation et de la réponse envisagée à ces situations d'urgence ;

7° Une description des **solutions de substitution** raisonnables qui ont été examinées par le maître d'ouvrage, en fonction du projet proposé et de ses caractéristiques spécifiques, et une indication des principales raisons du choix effectué, notamment une comparaison des incidences sur l'environnement et la santé humaine ;

8° Les **mesures prévues par le pétitionnaire** ou le maître de l'ouvrage pour **éviter** les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine [...], et **compenser**, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité.

La description de ces mesures doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes, de l'exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet sur les éléments visés au 5° ainsi que d'une présentation des principales modalités de suivi de ces mesures et du suivi de leurs effets sur les éléments visés au 5°.

9° Le cas échéant, les **modalités de suivi** des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées ;

10° Une **description des méthodes de prévision** des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement ;

11° Les noms, qualités et qualifications du ou des experts qui ont préparé l'étude d'impact et les études ayant contribué à sa réalisation. ».

Le résumé non technique mentionné ci-dessus vise à faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude.

Les cahiers des charges des appels d'offres n°2011/S 126-208873 et 2013/S 054-088441 portant sur les installations éoliennes de production d'électricité en mer en France métropolitaine donne également des prescriptions sur le contenu de l'étude d'impact environnemental lié au projet éolien en mer, qui n'ont néanmoins pas valeur à se substituer à la réglementation.

Si la réglementation impose d'étudier les effets des projets éoliens en mer sur la santé et la sécurité des populations, le manque de recul actuel sur ces aspects ne permet pas de les aborder de manière approfondie dans ce guide. Cependant, ils devront notamment être évoqués à travers les impacts sur la qualité de l'air, la qualité de l'eau, et la pollution chimique (impact direct sur la santé ou indirect *via* la contamination des ressources halieutiques).

L'étude d'impact est rédigée sous la responsabilité du maître d'ouvrage du projet éolien qui peut faire appel à des consultants spécialisés.

1.5. Contenu du guide

Ce guide fournit des informations utiles à la réalisation de l'étude d'impact environnemental d'un parc éolien en mer. **Il ne se substitue en aucun cas à la réglementation, aux engagements pris localement par les instances de suivi et de concertation (prévues dans le cadre des appels d'offres de juillet 2011 et mars 2013) ni à l'avis de l'autorité environnementale.**

Ce guide détaille, dans un premier temps, les grandes étapes de la réalisation d'une étude d'impact prévues par la réglementation, notamment :

- Le **cadrage préalable** (étape facultative qui peut être demandée par le porteur de projet) ;
- La **description du projet et des solutions de substitution** ;
- L'**analyse de l'état actuel de l'environnement** ;
- L'**analyse des effets** du parc éolien sur son environnement ;
- L'**analyse des effets cumulés** du parc éolien avec d'autres projets connus
- Les éléments permettant d'apprécier la **compatibilité du projet avec les plans, schémas et programmes** existants ;
- Les **mesures d'évitement/réduction/compensation** prévues et leur efficacité ;
- Les autres éléments réglementaires à présenter dans l'étude d'impact ;
- La stratégie de suivi durant les phases de travaux, puis pendant et après l'exploitation du parc ;
- L'étude d'incidence Natura 2000 ;
- La participation du public au cours de l'étude d'impact.

Ce guide fournit également des outils pour la réalisation de l'étude d'impact :

- Un récapitulatif des composantes à étudier lors de l'analyse de l'état initial ;
- Un récapitulatif des informations à collecter et des organismes référents ;
- Des exemples de protocoles d'échantillonnage par composante ;
- Des outils d'analyse et d'évaluation des effets et impacts ;
- Des fiches d'analyse prévisionnelle des impacts par thématique (extraites de l'étude 2012 DGEC des impacts environnementaux et socio-économique des EMR).

2. L'ETUDE D'IMPACT DANS LE CADRE DE L'IMPLANTATION D'UN PARC EOLIEN EN MER

L'étude d'impact environnementale est une étape préalable à tout projet d'implantation de dispositif éolien en mer. Elle conditionne l'attribution des autorisations nécessaires à la réalisation d'un tel projet. Elle doit permettre :

- **de concevoir le projet de moindre impact environnemental** : pour le maître d'ouvrage, elle constitue le moyen de démontrer comment les enjeux environnementaux ont été pris en compte pour faire évoluer son projet, en apportant la preuve qu'une décision alternative plus favorable à l'environnement est impossible à un coût raisonnable ;
- **d'éclairer l'autorité administrative sur la décision à prendre** : l'étude d'impact contribue à orienter l'autorité administrative compétente pour autoriser les travaux, à la guider pour définir les conditions dans lesquelles cette autorisation est donnée (mise en œuvre de mesures d'évitement, de réduction ou de compensation des effets dommageables), et à définir les conditions de respect des engagements pris par le maître d'ouvrage (suivi des impacts durant toute la durée du projet) ;
- **d'informer le public de et le faire participer à la prise de décision** : la participation active et continue du public est essentielle pour l'intégration environnementale de tels projets.

Les éléments constitutifs de l'étude d'impact définis par le code de l'environnement (cf. paragraphe 1.3.3.) sont décrits dans les paragraphes suivants.

2.1. Cadrage préalable

Le terme de « *cadrage préalable* », défini à l'article R. 122-4 du Code de l'Environnement, fait référence à l'étape durant laquelle le contour de l'étude d'impact va être défini. Il s'agit donc durant cette étape d'identifier les enjeux environnementaux du projet et de définir un nombre restreint d'enjeux qui devront faire l'objet d'une étude plus approfondie dans l'étude d'impact. **L'étape de cadrage préalable permet de définir le cahier des charges et de préciser le contenu de l'étude d'impact environnemental.**

Le terme de « *cadrage préalable* », défini à l'article R. 122-4 du Code de l'Environnement, fait référence à la procédure selon laquelle le maître d'ouvrage peut demander un avis sur le niveau de précision des informations à fournir dans l'étude d'impact à l'autorité compétente pour prendre la décision d'autorisation.

L'étape de cadrage préalable permet de définir le cahier des charges et de préciser le contenu de l'étude d'impact environnemental. Elle permet au maître d'ouvrage d'ajuster le contenu de son étude d'impact à la sensibilité des milieux et aux impacts potentiels des installations en mer..

2.1. Cadrage préalable

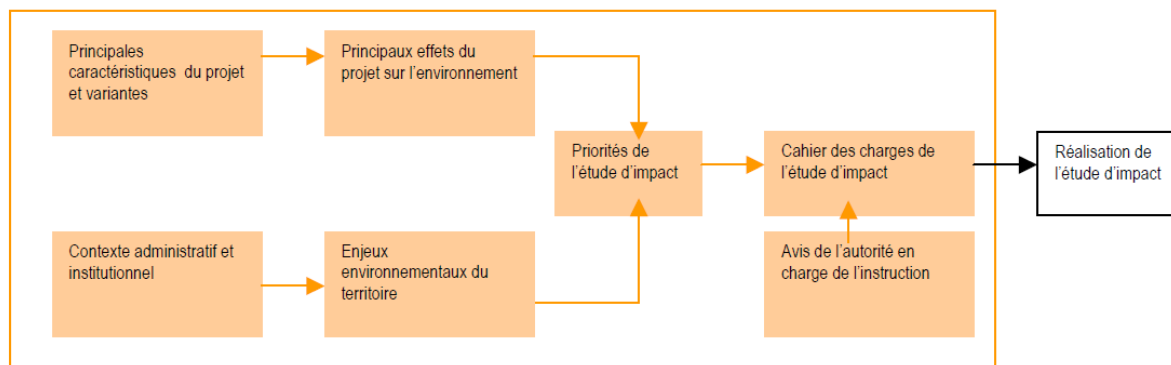


Figure 6 : Le rôle du cadrage préalable dans la démarche de l'étude d'impact environnemental (d'après MEEDDM, 2010)

2.1.1. Eléments à recueillir lors du cadrage préalable

L'étape de cadrage préalable consiste en une phase de recherche bibliographique et de concertation des organismes compétents en matière d'environnement. La consultation d'experts locaux est notamment recommandée.

Dans le dossier de cadrage préalable, le maître d'ouvrage fournira au minimum les éléments suivants :

- Le **contexte administratif** et institutionnel dans lequel se situe le projet ;
- Les principales **caractéristiques** du projet ;
- Les principaux **enjeux environnementaux** dans la zone susceptible d'être affectée ;
- Les principaux **impacts attendus** du projet ;
- Les **liens fonctionnels** du projet avec d'autres travaux, ouvrages ou aménagements ;
- Les **différents compartiments** à étudier et les différentes aires d'étude associées à chacun de ces compartiments.

Le cadrage préalable doit tout d'abord déterminer si le projet peut s'intégrer dans le contexte local. A ce titre, il convient de consulter les Plans d'Action pour le Milieu Marin (PAMM) prévus par l'article L. 219-9 du code de l'environnement, les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE), les schémas de mise en valeur de la mer (SMVM), les documents stratégiques de façade (ou de bassin pour l'Outre-Mer), les contrats de baie, les documents d'objectifs des sites Natura 2000 ainsi que les cartes de vocations des Parcs Naturels Marins. Ces informations peuvent être obtenues auprès de la Préfecture, des collectivités territoriales concernées, des DREAL, de la DDTM, de la DIRM et de l'ADEME, l'AAMP, les agences de l'eau, etc. (cf.3.2. *Informations à collecter dans le cadre de l'étude d'impact et où les trouver* p.89).

Le recensement des zonages et inventaires concernant les milieux naturels permet de mettre en évidence les sensibilités écologiques et les mesures et outils de

2.1. Cadrage préalable

protection des milieux. Des informations pourront être recueillies à ce stade sur les enjeux potentiels (habitats aux fonctionnalités clés comme les zones de frayère, de nourricerie, les couloirs migratoires, les espèces protégées et les aires marines protégées tels que les parcs naturels marins et les sites Natura 2000⁸) notamment auprès des organismes en charge de Natura 2000 et de la DCSMM.

Le cadrage préalable s'attache à recenser les principales contraintes techniques et juridiques à l'implantation des parcs éoliens sur la zone considérée, à savoir les servitudes radioélectriques, aéronautiques, les couloirs aériens, les zones et périmètres de protection, la présence de câbles sous-marins, etc. Concernant les radars, l'implantation est interdite dans la zone de protection radioélectrique si celle-ci fait l'objet d'une déclaration d'utilité publique. Il convient de se reporter aux recommandations de la circulaire du 12 mars 2008 pour déterminer, en fonction du radar concerné, si le projet est susceptible de se situer dans une zone de « protection » ou de « coordination ».

Le cadrage préalable est également l'occasion d'effectuer un premier recensement des zones de protection du patrimoine, des monuments historiques (concernés par une possible co-visibilité), des sites classés inscrits et emblématiques. Il existe par ailleurs des zonages spécifiques, comme les zones maritimes réglementées, les cantonnements de pêche, les aires marines protégées, etc. Il convient de porter également une attention particulière aux activités humaines afin d'anticiper les possibles conflits d'usage.

Enfin, l'autorité compétente peut également indiquer la liste des organismes susceptibles de fournir au porteur de projet des informations environnementales utiles à la réalisation de l'étude d'impact.

A l'issue de cette étape de cadrage préalable, le maître d'ouvrage doit posséder les informations nécessaires à la conduite de l'étude d'impact environnemental.

Une réunion de concertation avec les parties prenantes intéressées par le projet peut également être organisée à la demande du pétitionnaire (article L. 122.1.2 du code de l'environnement)

2.1.2. Identification des principaux enjeux environnementaux⁹

Un enjeu environnemental désigne la valeur prise par une fonction ou un usage, un territoire ou un milieu au regard de préoccupations écologiques, patrimoniales paysagères, sociologiques, de qualité de vie ou de santé. Définir un enjeu, c'est déterminer les biens, les valeurs environnementales, les fonctions et aménités dont il faut prévenir la dégradation. C'est également se fixer des cibles, des objectifs à atteindre pour la protection des populations, des écosystèmes, des habitats et des zones à risque.

⁸ Cf. loi n° 2006-436 du 14 avril 2006 relative aux parcs nationaux, aux parcs naturels marins et aux parcs naturels régionaux.

⁹ Adapté de l'étude « L'étude d'impact sur l'environnement » (Michel, 2001).

2.1. Cadrage préalable

Pour cela, il est nécessaire de prendre en compte :

- La préservation de la **biodiversité et du patrimoine** ;
- Le respect de la **réglementation** (zones et espèces protégées, directives, conventions, etc.) ;
- Les **valeurs sociétales** accordées à certains principes (principe de précaution, droits des générations futures à disposer d'un environnement préservé, développement durable, etc.) ;
- Les **usages** professionnels et récréatifs interagissant avec l'environnement considéré.

Selon les projets, deux types d'enjeux environnementaux peuvent être distingués, en fonction de leur portée géographique :

- Les enjeux territoriaux, dont la dimension géographique est définie (à l'échelle de la commune, du département, etc.) ;
- Les enjeux globaux, qui n'ont pas de dimension spécifique et résultent d'engagement nationaux ou internationaux en matière de gestion de l'environnement (ex. la réduction des gaz à effet de serre).

L'appréciation des enjeux est susceptible d'évoluer au cours de la vie du projet, en fonction des engagements politiques ou des choix de société : ce qui n'était pas considéré comme prioritaire peut devenir prééminent. Les enjeux définis lors du cadrage préalable doivent donc être considérés comme provisoires et réévalués, en fonction des caractéristiques du projet (nouvelle variante, nouvelle technologie, etc.), des informations nouvelles apportées par l'étude d'impact (connaissance améliorée du milieu et évolution des usages) et des éventuelles évolutions de la réglementation. Une démarche itérative doit donc être adoptée.

Il est important à ce stade de travailler en concertation avec les services de l'environnement, les associations, les représentants d'usagers et la population locale afin de bien appréhender les attentes de la société sur le territoire concerné par le projet.

2.1.3. Identification des effets et des impacts attendus du projet

Au cours de ses différentes phases de vie, un projet d'aménagement interagit inévitablement avec son environnement et modifie de fait certains paramètres environnementaux.

- L'**effet** décrit la **conséquence objective** de cette interaction sur l'environnement.
- L'**impact** est la **transposition de cette conséquence** sur les différents compartiments de l'environnement (écosystème, paysage et patrimoine, usages) selon une échelle de **sensibilité**.

2.1. Cadrage préalable

Lors du cadrage préalable, il convient d'identifier *ex-ante* les principaux effets attendus du projet, et les impacts potentiels qui peuvent en découler, sachant que leur analyse qualitative et quantitative relève de l'étude d'impact proprement dite. Cette identification peut s'effectuer à partir de la bibliographie et notamment des retours d'expérience décrivant les effets sur l'environnement de l'installation de parcs éoliens en mer. Une synthèse complète de ces retours d'expérience est présentée dans l'étude « *Energies marines renouvelables – Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques* » (MEDDE, 2012)¹⁰. Cette étude fournit une analyse détaillée des effets attendus des parcs éoliens en mer sur l'environnement.

En phase de travaux, les principaux effets à considérer sont le **remaniement des fonds** et la **remise en suspension de matériaux** associées, le **bruit** (dans l'air et dans l'eau), ainsi que le risque de **pollution accidentelle** par les engins de travaux.



Figure 7 : Travaux de construction du parc éolien en mer d'Ormonde (Royaume-Uni – source : <http://www.enerzine.com>)

Les **impacts sur les fonds** associés à la mise en œuvre des fondations, l'ensoiillage des câbles ou encore l'ancrage des installations et des navires de surface sont inévitables. Leur ampleur dépend directement de la technique utilisée, de la surface perturbée et de la sensibilité des peuplements. Les perturbations associées aux diverses phases d'ancrage et aux moyens nautiques des travaux ou de maintenance ne doivent pas être négligées. Les mêmes préoccupations s'appliquent aux opérations en milieu terrestre. Les processus de recolonisation dépendent des communautés en place et du degré de perturbation du milieu. La fréquence des perturbations est globalement limitée à la mise en œuvre des installations et à leur démantèlement.

Le **bruit** constitue ensuite la préoccupation majeure associée aux opérations de travaux et la grande disparité acoustique des différents outils pouvant être utilisés doit mener à bien considérer cet effet au cas par cas. Le battage de pieux est

¹⁰ disponible à l'adresse suivante :

http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/120615_etude_version_finale.pdf

2.1. Cadrage préalable

l'opération qui a potentiellement l'impact le plus fort au vu de la pression acoustique et des vastes distances que le bruit peut couvrir. Viennent ensuite les bruits émis par les opérations de préparation des fonds (forage, dragage), puis par la navigation. La mise en place d'installations par simple pose sans préparation préalable des fonds ni battage laisse envisager des impacts acoustiques plus limités en phase travaux. Le bruit et les vibrations liés à l'analyse prospective des fonds peuvent également être importants en fonction des techniques utilisées (notamment les systèmes de mesure acoustique tels que les sonars ou la sismique). Afin de limiter les impacts, notamment sur les mammifères marins, on choisira tant que faire se peut les périodes de moindre présence des individus et on pourra recourir à des techniques répulsives en amont de la phase de prospection.

Les techniques de **démantèlement** n'étant à ce jour pas définies, il est difficile d'appréhender les risques associés au bruit lors de cette phase. On notera que le déroctage par explosif est susceptible d'avoir un impact majeur sur le milieu et qu'il conviendra de mettre au point des techniques de démantèlement plus adaptées.

Les risques de pollution incluent les déversements accidentels de contaminants chimiques. Ces risques peuvent être évalués en prenant en compte les quantités maximales présentes dans les navires (hydrocarbures) et les éoliennes (huiles). Des moyens adaptés de contention et d'évacuation de la pollution doivent être définis en amont des travaux.

En phase opérationnelle, les parcs éoliens représentent de vastes périmètres au sein desquels jusqu'à une centaine de machines sont disposées de manière espacée (entre 500 et 1 000 m entre les machines). Les deux compartiments avec lesquels ces machines interagissent (sous-marin et aérien) sont bien différenciés en termes d'effets et d'impacts. Dans l'air, le principal enjeu environnemental est le risque de perte d'habitat pour les oiseaux et chiroptères et l'entrave aux déplacements que l'évitement de ces structures peut imposer. Une bonne connaissance préalable du milieu est indispensable pour optimiser le positionnement des parcs et ainsi minimiser l'effet de barrière sur les populations d'oiseaux. Si la littérature semble indiquer des taux d'évitement moyen élevés, les risques de collision dans des conditions limitantes (mauvaises conditions météorologiques, attraction par la lumière en période nocturne, etc.) doivent amener à ne pas négliger ce risque, notamment pour les espèces migratrices, les espèces longévives à faible taux de reproduction et les espèces à fort taux de mortalité annuel. Ce risque est toutefois très variable d'une espèce à l'autre, en fonction de leur altitude de vol préférentielle. Les éoliennes pourraient également avoir des effets positifs sur certaines espèces si elles peuvent utiliser l'embase de l'éolienne comme reposoir (effet « récif émergé »).

La présence physique des installations peut également présenter des interactions avec les navigations aérienne et maritime, les activités de pêche professionnelle ainsi qu'avec les systèmes radioélectriques. Sous l'eau, les effets dus à la présence des installations peuvent être négatifs ou positifs. L'**effet « récif »** et l'**effet « réserve »** pouvant être produits par la présence des ouvrages immergés et par les modalités de gestion particulière des sites permettent d'envisager des impacts favorables sur certains peuplements des écosystèmes (Leonhard *et al.*,

2.1. Cadrage préalable

2011). Ces situations restent à explorer au cas par cas dans la mesure où les réponses varient en fonction des espèces et des milieux considérés. En effet, certaines conséquences négatives potentielles associées à ces mêmes effets doivent également être appréhendées (dispersion favorisée d'espèces allochtones, récifs artificiels ayant des effets dommageables à l'environnement, etc.). Le bilan des impacts des récifs artificiels constitués par les fondations des éoliennes devra de fait être pris en compte lorsque seront décidées les modalités du démantèlement du parc. Une fiche « Analyse prévisionnelle de l'effet récif » est disponible au paragraphe 3.6.5.1. de ce guide.

Ces impacts demandent aujourd'hui à être mieux maîtrisés afin d'optimiser l'intégration pro-active des projets dans leur environnement. Dans ce cadre, l'éco-conception des matériaux de construction peut jouer un rôle dans la minimisation des impacts négatifs. Elle consiste à intégrer l'environnement dès la phase de conception des produits. Cette intégration repose sur une approche globale et multicritère de l'environnement et est fondée sur la prise en compte de toutes les étapes du cycle de vie des produits (fabrication - distribution - utilisation - valorisation finale) de manière à limiter les impacts (réduction des consommations de matières premières et d'énergie, des déchets, des rejets...) du produit sur l'environnement¹¹. En mer, pour les éoliennes posées, l'emploi de matériaux inertes, la limitation des molécules toxiques ou répulsives pour les organismes marins (notamment les substances chimiques anti-salissures ou anti-corrosion) et l'absence de polluants dispersibles sont des éléments essentiels dans le cadre d'une éco-conception.

La présence des installations peut également être la source de **perturbations hydrosédimentaires** dont l'étendue dépend du contexte hydrodynamique local. Au pied des ouvrages, les fonds subissent des érosions et des accrétions sédimentaires localisées. La réfraction des houles et la modification des courants par les mâts peuvent dans certains cas modifier l'hydrodynamisme et les transits sédimentaires sur des étendues plus vastes. Ces modifications peuvent avoir une influence sur l'érosion littorale et engendrer une modification du trait de côte, ce qui peut potentiellement impacter les activités et usages du milieu marin.

¹¹ Voir l'article sur l'éco-conception sur le site de l'ADEME : <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=12922>



Figure 8 : *Mouvements sédimentaires autour d'une structure fixée sur le fond marin.*

La présence d'éoliennes peut causer des perturbations hydrosédimentaires (source : <http://subseaworldnews.com>)

Le bruit généré par les éoliennes en phase opérationnelle est de moindre intensité que durant la phase de travaux. Néanmoins, les perturbations occasionnées (vibrations induites par la rotation des pales, transmises par le mat et propagées dans le milieu) génère un bruit continu durant toute la phase d'exploitation du parc. L'impact à long terme doit donc être étudié attentivement.

2.1. Cadrage préalable

Tableau 1 : Récapitulatif des effets attendus des parcs éoliens en mer durant les différentes phases de la vie du parc.

Phase de vie du parc	Type d'effet attendu	Effet
Phase de construction	Effet sur l'environnement	Remaniement des fonds et remise en suspension de matériaux
		Bruits et vibrations
		Pollution chimique
		Augmentation de la fréquentation du site
	Effet sur le paysage	Effets sur les paysages maritimes
		Effets sur les paysages sous-marins
	Effet sur les activités et usages	Effets sur la pêche et l'aquaculture
		Effets sur la navigation maritime
		Effets sur les activités touristiques
		Effets sur la navigation aérienne
		Effets sur les systèmes radars et de radionavigation
		Effets sur le patrimoine culturel
Phase d'exploitation	Effet sur l'environnement	Bruits et vibrations
		Electromagnétisme dû aux câbles sous-marins
		Augmentation de la température de l'eau à proximité des câbles
		Effets biologiques dus à la présence physique de l'installation
		Effets hydrosédimentaires dus à la présence physique de l'installation
		Pollution chimique
		Pollution lumineuse
	Effet sur le paysage	Effets sur les paysages maritimes
		Effets sur les paysages sous-marins
		Pollution lumineuse
	Effet sur les activités et usages	Effets sur la pêche et l'aquaculture
		Effets sur la navigation maritime
		Effets sur les activités touristiques
		Effets sur la navigation aérienne
		Effets sur les systèmes radars et de radionavigation
		Effets sur le patrimoine culturel
Phase de démantèlement	Effet sur l'environnement	Remaniement des fonds et remise en suspension de matériaux
		Bruits et vibrations
		Pollution chimique
		Augmentation de la fréquentation du site
	Effet sur le paysage	Effets sur les paysages maritimes
		Effets sur les paysages sous-marins
	Effet sur les activités et usages	Effets sur la pêche et l'aquaculture
		Effets sur la navigation maritime
		Effets sur les activités touristiques
		Effets sur la navigation aérienne
		Effets sur les systèmes radars et de radionavigation
		Effets sur le patrimoine culturel
Phase post-démantèlement (cas de l'abandon en mer d'une partie de l'ouvrage)	Effet sur l'environnement	Effets biologiques dus à la présence physique de l'installation
		Effets hydrosédimentaires dus à la présence physique de l'installation
	Effet sur le paysage	Effets sur les paysages sous-marins
	Effet sur les activités et usages	Effets sur la pêche et l'aquaculture
		Effets sur la navigation maritime
		Effets sur les activités touristiques

2.1.4. Présentation et justification des différentes composantes de l'environnement à étudier

Les effets attendus identifiés en amont vont avoir différents impacts, positifs ou négatifs, sur les différentes composantes de l'environnement. Il est alors important de lister, de la façon la plus exhaustive possible, les composantes qui risquent d'être impactées afin de définir les contours de l'analyse de l'état initial qui sera réalisé par la suite. Le tableau 2 ci-dessous recense, à titre indicatif, les différents effets environnementaux attendus d'un parc éolien et les composantes environnementales potentiellement impactées par ces effets.

Tableau 2 : Récapitulatifs des effets environnementaux attendus et des compartiments potentiellement impactés.

Phase de vie du parc	Effet	Composantes potentiellement impactées
Phase de construction	Remaniement des fonds et remise en suspension de matériaux	Qualité physico-chimique de la colonne d'eau Habitats benthiques ¹² Poissons et mollusques Plancton Activités et usages
	Bruits et vibrations	Bruit ambiant Mammifères marins Poissons et mollusques Avifaune Activités et usages
	Pollution chimique	Qualité physico-chimique de la colonne d'eau Plancton Habitats benthiques Poissons et mollusques Mammifères marins Avifaune Activités et usages
	Augmentation de la fréquentation du site	Bruit ambiant Qualité de l'air Poissons et mollusques Mammifères marins Avifaune Activités et usages

¹² La notion d'habitat s'entend ici telle qu'elle est définie par l'arrêté du 17 décembre 2012 relatif à la définition du bon état écologique des eaux marines : « un biotope (milieu physico-chimique) et la biocénose associée (communautés biologiques), ainsi que les fonctions qui en résultent (habitats d'espèce, flux de matière et d'énergie, etc.) ».

2.1. Cadrage préalable

Phase d'exploitation	Bruits et vibrations	Bruit ambiant Mammifères marins Poissons et mollusques Avifaune Activités et usages
	Augmentation de la fréquentation du site	Bruit ambiant Qualité de l'air Poissons et mollusques Mammifères marins Avifaune Chiroptères Activités et usages
	Electromagnétisme dû aux câbles sous-marins	Mammifères marins Tortues Poissons et mollusques Habitats benthiques Activités et usages
	Augmentation de la température à proximité des câbles ensouillés	Plancton Poissons et mollusques Habitats benthiques Activités et usages
	Effets physiques et hydrologiques dues à la présence des éoliennes	Conditions océanographiques Nature du fond Habitats benthiques Poissons et mollusques Mammifères marins Avifaune Chiroptères Activités et usages
	Effets biologiques dues à la présence des éoliennes	Habitats benthiques Poissons et mollusques Mammifères marins Avifaune Chiroptères Activités et usages
	Pollution lumineuse	Avifaune Chiroptère Activités et usages
	Pollution chimique	Qualité physico-chimique de la colonne d'eau Plancton Habitats benthiques Poissons et mollusques Mammifères marins Avifaune Activités et usages

2.1. Cadrage préalable

Phase de démantèlement	Remaniement des fonds et remise en suspension de matériaux	Qualité physico-chimique de la colonne d'eau Plancton Habitats benthiques Poissons et mollusques Activités et usages
	Bruits et vibrations	Bruit ambiant Mammifères marins Poissons et mollusques Avifaune Activités et usages
	Pollution chimique	Qualité physico-chimique de la colonne d'eau Plancton Habitats benthiques Poissons et mollusques Mammifères marins Avifaune Activités et usages
	Augmentation de la fréquentation du site	Bruit ambiant Qualité de l'air Poissons et mollusques Mammifères marins Avifaune Activités et usages
	Effet dû à la présence d'éléments en cas de démantèlement partiel	Habitats benthiques Poissons et mollusques Mammifères marins Activités et usages

2.1.5. Définition des aires d'étude

Le terme d' « aires d'étude » correspond ici au périmètre pour l'évaluation des impacts. La définition des aires d'étude intervient donc alors que la zone d'implantation du parc a été définie, même si plusieurs solutions d'implantation sont encore envisagées. La définition des aires d'étude est ici présentée comme une étape préalable à l'étude d'impact. Cependant, en pratique, le choix des aires d'étude peut être modifié ou affiné au cours de l'étude d'impact pour tenir compte des résultats obtenus au cours de l'analyse de l'état initial notamment.

Les aires d'étude correspondent à la zone géographique susceptible d'être impactée par le projet. Dans le cas d'implantation d'éoliennes en mer, quatre aires d'étude peuvent être identifiées :

-
- **L'aire d'étude immédiate** correspond à la zone d'emprise du projet retenu. A l'intérieur de cette aire les installations auront une influence souvent directe et permanente (emprise physique et impacts fonctionnels). De ce fait, une analyse fine des impacts du projet y sera réalisée. On y étudiera notamment la sédimentologie, le patrimoine archéologique, etc. ;
 - **L'aire d'étude rapprochée** englobe la zone d'implantation potentielle du parc éolien (zone définie par l'Etat)
 - **L'aire d'étude éloignée** correspond à la limite de tous les impacts potentiels du projet, y compris ceux relatifs à l'utilisation de l'habitat, aux impacts cumulés (cf. définition au paragraphe 2.5.) ainsi que ceux pouvant affecter l'arrière-pays. Elle comprend une bande de territoire côtier correspondant au « rétro-littoral » qui englobe les communes côtières ;
 - **La zone témoin**, située à l'extérieur de l'aire d'étude éloignée, elle ne subit pas l'influence du projet. La zone témoin servira de point de référence (état « E0 ») pour le suivi des impacts environnementaux. La zone témoin doit présenter les mêmes caractéristiques que l'aire d'étude au regard du compartiment étudié. Elle ne doit pas être impactée, de façon directe comme indirecte, par le projet.

Les contours de ces aires d'étude varient sensiblement en fonction de la composante à étudier. Ils seront donc définis au cas par cas, en fonction des informations contenues dans la bibliographie et des retours d'expérience. Des indications d'aire d'étude pour différentes composantes sont présentées au paragraphe 2.3.2. Méthodes d'évaluation de l'état actuel par compartiment p.39.

2.2. Description du projet

L'article R. 122-5 du code de l'environnement indique que l'étude d'impact présente « *Une description du projet comportant des informations relatives à sa conception et à ses dimensions, y compris, en particulier, une description des caractéristiques physiques de l'ensemble du projet et des exigences techniques en matière d'utilisation du sol lors des phases de construction et de fonctionnement et, le cas échéant, une description des principales caractéristiques des procédés de stockage, de production et de fabrication, notamment mis en œuvre pendant l'exploitation, telles que la nature et la quantité des matériaux utilisés, ainsi qu'une estimation des types et des quantités des résidus et des émissions attendus résultant du fonctionnement du projet proposé* ».

Cette description devra également présenter les solutions de substitution proposées par le maître d'ouvrage.

Cette description s'attachera donc à présenter :

- Les **caractéristiques structurelles** du parc éolien (localisation, distance à la côte, profondeur, nature du fond, emprise du projet et de ses annexes, nombre d'éoliennes, espacement, dimensions, capacité de production, etc.) ;
- Les **caractéristiques fonctionnelles** du parc éolien (matériaux utilisés, vitesse maximale de rotation, tension électrique des câbles, maintenance nécessaire, risques technologiques, etc.) ;
- Les modalités de **chantier** et de **construction** (techniques d'implantation des installations, durée du chantier et phasage, volume de matériaux, caractéristiques des navires et engins utilisés, trafic engendré, etc.)
- Les modalités d'**entretien** et **maintenance** (fréquence, périodes d'arrêt, caractéristiques des navires et engins utilisés, incidence, etc.) ;
- Les conditions de **cessation d'activité** (technique de démantèlement envisagée le cas échéant, durée du chantier et phasage, devenir des matériaux, caractéristiques des structures restantes, réaménagement envisagés, etc.).

Cette présentation peut être réalisée sous forme de tableau.

2.2. Description du projet

Tableau 3 : Définition des principales caractéristiques du projet (d'après Michel, 2001).

Caractéristiques	Projet envisagé	Solutions de substitution		
		1	2	n
Caractéristiques structurelles Localisation Distance à la côte Profondeur Nature du fond ...				
Caractéristiques fonctionnelles Matériaux utilisés Vitesse maximale de rotation Tension électrique des câbles Maintenance nécessaire ...				
Chantier et construction Techniques d'implantation (fondations, câbles, turbines, etc.) Durée du chantier et phasage Volume de matériaux ...				
Entretien et maintenance Fréquence Période d'arrêt Caractéristiques des navires et engins utilisés Incidence ...				
Cessation d'activité Techniques de démantèlement envisagées Durée du chantier et phasage Devenir des matériaux Caractéristiques des structures restantes ...				

2.3. Analyse de l'état actuel de l'environnement

2.3.1. Objectif

L'objectif de l'analyse de l'état actuel de l'environnement est de disposer d'un état de référence « E₀ » de l'environnement physique, biologique, écologique, paysager et humain (socio-économique, usages...) du milieu avant l'implantation du parc éolien. Cet état initial doit :

- Valider, et éventuellement préciser, le **champ d'investigation** identifié lors du cadrage préalable ;
- Regrouper pour chaque composante de l'environnement les **données nécessaires** à l'évaluation environnementale ;
- Identifier les **enjeux environnementaux** du territoire qui pourront subir les effets directs ou indirects du parc ;
- Proposer une **hiérarchisation des enjeux environnementaux** qui risquent d'être concernés par le parc ;
- Affiner la **définition du périmètre** du parc.

L'analyse de l'état actuel doit se fonder non seulement sur des données documentaires et bibliographiques, mais également s'appuyer sur des investigations de terrain qui pourront être approfondies progressivement, ou au contraire allégées, en fonction des résultats obtenus, des sensibilités évaluées, et à mesure que le projet technique sera affiné.

Les composantes à analyser lors de cet état initial sont celles qui sont susceptibles d'être prioritairement affectées par les travaux et les installations du parc éolien en mer. Ce sont les enjeux environnementaux propres à chaque projet qui déterminent si le champ de l'analyse doit être élargi ou au contraire réduit. L'analyse de l'état initial porte sur le compartiment **physique**, le compartiment **biologique**, le **paysage** et le **patrimoine**, et les activités **socio-économiques**. Dans ce guide tous ces aspects seront évoqués, mais seuls les aspects liés au milieu naturel seront développés.

La réalisation de l'état actuel doit répondre au principe de **proportionnalité**. Il s'agit de cibler les informations nécessaires et suffisantes à l'évaluation des impacts du projet tout en fixant des moyens d'investigation adaptés à l'importance des enjeux et à la taille du parc éolien. Les méthodologies doivent être validées scientifiquement et leur choix justifié. Des exemples de protocoles sont disponibles page 102.

L'analyse de l'état actuel de l'environnement peut nécessiter plusieurs années d'étude. Cependant, la durée optimale d'étude n'est pas toujours compatible avec les exigences calendaires fixées par le cahier des charges du projet. Pour tenir compte de cette circonstance, la concession d'utilisation du domaine public maritime pourra prévoir une actualisation de l'état initial avant le début des travaux afin d'établir un état de référence le plus précis possible pour la mise en œuvre des mesures et leur

suivi.

Cette analyse complémentaire peut anticiper sur les suivis qui s'avèreront nécessaires durant toute la durée de vie du parc. Dans cette éventualité, les points de référence de l'état initial devront être choisis de sorte à être comparables aux investigations réalisées lors des suivis environnementaux (cf. p.68).

2.3.2. Méthodes d'évaluation de l'état actuel par compartiment

L'article R. 122-5 du code de l'environnement indique que l'étude d'impact doit présenter les méthodes utilisées pour établir cet état initial. Lorsque plusieurs méthodes d'évaluation sont disponibles, le choix de la méthode utilisée doit être justifié.

2.3.2.1. Analyse du milieu physique

L'acquisition de données physiques est indispensable à la définition des ressources en énergie d'une part et à la conception technique des projets d'autre part. La connaissance des conditions météo-océaniques renseigne sur le potentiel en vent de la zone. Elle contribue au dimensionnement des structures et au calcul des contraintes de résistance et de stabilité des dispositifs. La connaissance de la nature des fonds est nécessaire pour définir le type de fondations ou d'ancrages à privilégier. La plupart de ces données acquises en amont du projet est directement valorisable dans le cadre des démarches d'évaluation environnementale. Une optimisation de certaines campagnes d'investigation de terrain peut permettre de satisfaire des objectifs de connaissance complémentaires. Les composantes du milieu physique à étudier sont synthétisées dans le **Tableau 4** page 40.

2.3. Analyse de l'état actuel de l'environnement

Tableau 4 : Description des études à réaliser pour l'évaluation de l'état actuel du milieu physique dans le cadre de l'installation d'éoliennes en mer.

Composante	Objectif de l'étude	Critères à considérer	Méthodologie	Echelle d'observation ¹³
Conditions océanographiques	Déterminer l'impact de l'implantation d'éoliennes sur l'hydrodynamisme local par modélisation afin de prédire les perturbations induites par le projet sur les différents régimes hydrodynamiques et sédimentaires. Les données collectées peuvent aussi alimenter une réflexion sur les perturbations à plus grande échelle, notamment sur l'impact potentiel du projet sur le trait de côte, les bancs de sable et les vasières	Courantologie : direction et vitesse Houle : direction, hauteur, période Vents : direction, vitesse Marées : amplitude	Courantologie : collecte de données issues de la modélisation ou acquisition de données <i>in situ</i> avec des courantomètres ponctuels ou profileurs ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) par exemple. Houle : collecte de données existantes (outil CERSAT de l'IFREMER, outil CANDHIS du CETMEF ou Météo France), ou mesures <i>in situ</i> par houlographes Vents : données disponibles auprès de Météo France ou à collecter <i>in situ</i> Marées : données à collecter auprès du SHOM ou <i>in situ</i> par marégraphe (optionnel)	Aire d'étude rapprochée pour l'acquisition de données <i>in situ</i> . Cependant, afin de couvrir l'ensemble des zones où le projet risque de perturber les conditions océanographiques, des données sur une étendue plus vaste pourront être obtenues par modélisations ou à partir de sources existantes.
Nature et structure des fonds marins	Etablir un état « E ₀ » et évaluer les impacts du projet sur les fonds marins et suivre les évolutions morphologiques du fond	Géologie : connaissance du substratum (architecture et faciès lithologiques) Morpho-bathymétrie : profondeur et morphologie des fonds marins Morpho-sédimentologie : nature et morphologies associées aux différents types de fonds marins	Géologie : en fonction du substrat, acquisition de données <i>in situ</i> par réalisation de campagnes sismiques et prélèvements (roche et/ou sédiments par carottier ou forage) Morpho-bathymétrie : cartographie par sondeur mono ou multi-faisceau Morpho-sédimentologie : cartographie par sonar à balayage latéral couplée à des prélèvements pour associer chaque faciès acoustique à une nature lithologique et une classe granulométrique.	Aire d'étude éloignée (<i>i.e.</i> l'aire susceptible d'être impactée par le projet) + une zone témoin à l'extérieur de l'aire d'étude éloignée (non soumise aux impacts potentiels du projet)

¹³ Les échelles d'observation indiquées dans ce tableau et dans les tableaux suivant sont données à titre indicatif, les aires d'étude étant à adapter au cas par cas en fonction des enjeux, des sensibilités et des spécificités locales

2.3. Analyse de l'état actuel de l'environnement

Bruit ambiant	Etablir un état E_0 du bruit ambiant afin d'évaluer l'impact sonore du projet sur le milieu	Paramètres océanographiques et de nature et structure des fonds marins. Paramètres acoustiques de l'activité anthropique en mer	Modélisation de la propagation acoustique des sources sonores en fonction des caractéristiques physiques du milieu et par mesures in situ de bruit ambiant	Aire d'étude éloignée
Qualité physico-chimique du substrat	Etablir un état « E_0 » permettant d'évaluer l'impact des installations sur la qualité du milieu (par comparaison avec les analyses réalisées lors de la phase de suivi)	Paramètres descriptifs : granulométrie, COT, % de matière sèche (organique et minérale), densité, Nutriments : N, P Métaux : Al, As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn PCB, HAP, Organostanniques ¹⁴	Réalisations de mesures in situ : prélèvement de substrat et analyses en laboratoire <i>Une mutualisation des prélèvements peut être réalisée avec les campagnes géotechniques et morpho-sédimentaires, ainsi qu'avec les prélèvements d'invertébrés benthiques</i>	Ces mesures doivent être réalisées sur l'aire d'étude éloignée (i.e. l'aire susceptible d'être impactée par le projet)
Qualité physico-chimique des eaux	Etablir un état « E_0 » permettant d'évaluer l'impact des installations sur la qualité du milieu (par comparaison avec les analyses réalisées lors de la phase de suivi)	MES (organiques et minérales), matières inhibitrices, azote total, phosphore total, composés organohalogénés absorbables sur charbon actif, métaux et métalloïdes, hydrocarbures, COT ¹⁵ , oxygène dissous, pH	Collectes de données (données DCE, réseau ROCCH de l'IFREMER) Réalisation de prélèvements d'eau <i>in situ</i> et analyse en laboratoire <i>Une mutualisation des échantillonnages peut être réalisée avec les campagnes géotechniques et morpho-sédimentaires</i>	Aire d'étude éloignée (i.e. l'aire susceptible d'être impactée par le projet). Les limites de cette aire peuvent être évaluées au travers des connaissances acquises sur l'hydrodynamisme, la qualité des matériaux et les spécifications techniques du parc éolien.

¹⁴ Critères d'évaluation défini par la circulaire n°2000-62 du 14 juin 2000 relative aux conditions d'utilisation du référentiel de qualité des sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire défini par arrêté interministériel, et par l'arrêté du 09/08/06 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0. et 3.2.1.0. de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993.

¹⁵ Critères d'évaluation fixés par l'arrêté du 09/08/06 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0. et 3.2.1.0. de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993.

2.3. Analyse de l'état actuel de l'environnement

Qualité de l'air	Etablir un état « E ₀ » permettant d'évaluer l'impact des installations sur la qualité de l'air, notamment côtier (par comparaison avec les analyses réalisées lors de la phase de suivi)	Polluants réglementés (http://www.developpement-durable.gouv.fr/Normes-et-valeurs-limites.html) et PM2,5.	Connaître ou estimer les facteurs d'émission des engins et navires déployés	Rétro-littorale et terrestre éloignée
------------------	--	---	---	---------------------------------------

2.3.2.2. Analyse du milieu biologique

Tableau 5 : Description des études à réaliser pour l'évaluation de l'état actuel du milieu biologique dans le cadre de l'installation d'éoliennes en mer

Composante	Objectif de l'étude	Critères à considérer	Méthodologie	Echelle d'observation
Habitats benthiques	Identifier la nature des habitats et communautés benthiques présents, leur degré de sensibilité et leur état écologique (bon, déjà dégradé, etc.) au regard des effets potentiels du projet sur le milieu	Composition spécifique, (nombre d'espèces, abondance et biomasse), structure et caractérisation des peuplements, habitats/espèces remarquables, variabilité naturelle	Prélèvements par benne ou carottiers sur substrats meubles, et éventuellement observations vidéo sur substrats durs. Des prélèvements en plongée peuvent également être réalisés. Les prélèvements sont ensuite analysés à bord du navire et/ou en laboratoire (tri, comptage, détermination taxonomique)	Aire d'étude immédiate + zone témoin à l'extérieur de l'aire d'étude éloignée (non soumise aux impacts potentiels)

2.3. Analyse de l'état actuel de l'environnement

Composante	Objectif de l'étude	Critères à considérer	Méthodologie	Echelle d'observation
Poissons et mollusques	Evaluer l'état « E ₀ » du compartiment sur la zone du projet afin d'identifier les impacts potentiels du projet	Richesse et diversité spécifique, abondance, biomasse, structure des peuplements, utilisation des habitats, liens fonctionnels (relations trophiques), variabilité saisonnière et interannuelle	Analyse des données issues de la pêche professionnelle et des campagnes scientifiques d'évaluations de la ressource couplée à des campagnes de pêche <i>in situ</i> en se focalisant sur les juvéniles et adultes, les frayères, les nourriceries et les voies de migration La saisonnalité des espèces et la variabilité interannuelle doit être prise en compte	Réalisation de campagnes de pêche sur l'aire d'étude rapprochée et sur une zone témoin non impactée (i.e. située en dehors de l'aire d'étude éloignée) Analyse des données issues de la pêche professionnelle et de la bibliographie sur l'aire d'étude éloignée
Mammifères marins	Appréhender la sensibilité des populations aux pressions potentielles telles que le bruit et l'effet « barrière » provoquées par les éoliennes, les travaux sous-marins et les navires d'interventions et aux stimulations potentielles liées à une modification de la ressource trophique et des pressions anthropiques	Diversité Abondance Utilisation des habitats, liens fonctionnels (relations trophiques), variabilité saisonnière et interannuelle	Collecte de données bibliographiques auprès des organismes référents (données du programme PACOMM de l'AAMP notamment) couplée à des observations locales <i>in situ</i> par transects (aériens ou par bateau) et/ou des enregistrements par acoustique passive sur la zone définie par la prédiction de l'empreinte sonore du projet (voir compartiment « Bruit ambiant »).	Observations <i>in situ</i> sur l'aire d'étude immédiate + zone témoin (non impactée) Etude bibliographique sur l'aire d'étude éloignée (à définir en fonction des espèces présentes, de leur sensibilité et des résultats des modèles de propagation acoustique)

2.3. Analyse de l'état actuel de l'environnement

Composante	Objectif de l'étude	Critères à considérer	Méthodologie	Echelle d'observation
Avifaune	Caractériser les zones utilisées par les oiseaux sur la zone du projet et son entourage (zones d'alimentation, de reproduction, de mue, de repos des migrateurs, couloirs de déplacement et de migrations). Cette étude doit mettre en évidence les liens fonctionnels entre la zone du projet et les sites terrestres dont dépend l'avifaune afin d'évaluer les impacts du projet sur ces liens.	Diversité, abondance, utilisation des habitats, liens fonctionnels (relations trophiques), succès reproducteur, variabilité saisonnière et interannuelle	Etudes bibliographiques (données du programme PACOMM de l'AAMP notamment) couplée à des campagnes d'observation (observations depuis la côte, transects par bateau et/ou avion, radar ornithologique) Les campagnes d'observation par bateau et/ou avion peuvent être combinées avec les campagnes d'observation des mammifères marins.	Observations focalisées sur l'aire d'étude immédiate + zone témoin (non impactée) écologiquement comparable à l'aire d'étude immédiate Une aire d'étude éloignée définie en fonction de la localisation de points stratégiques peut être traitée à partir de la bibliographie.
Chiroptères	Caractériser les zones utilisées par les chiroptères sur la zone du projet et son entourage. Cette étude doit prendre en compte les mouvements migratoires entre deux zones terrestres et l'activité au large des espèces vivants sur le littoral.	Diversité, abondance, utilisation des habitats, liens fonctionnels (relations trophiques), variabilité saisonnière et interannuelle.	Etudes bibliographiques éventuellement couplées à des campagnes d'observation en mer et dans les zones terrestres à proximité du projet par détecteurs à ultra-sons (à terre et en mer).	Bibliographie sur l'aire d'étude éloignée. Observations en mer sur l'aire d'étude immédiate. Observation à terre sur la bande rétro-littorale.

2.3. Analyse de l'état actuel de l'environnement

Composante	Objectif de l'étude	Critères à considérer	Méthodologie	Echelle d'observation
Plancton ¹⁶	Identifier les espèces présentes et définir l'état « E ₀ » du compartiment	Diversité et abondance des espèces phyto- et zooplanctoniques présentes (y compris œufs et larves), variabilité saisonnière et interannuelle	Etude bibliographique et prélèvement <i>in situ</i> par filets ou pompage dans le cas où les données existantes ne seraient pas suffisantes (ces prélèvements peuvent être couplés aux prélèvements 'poissons et mollusques')	Aire d'étude éloignée + une zone témoin à l'extérieur de l'aire d'étude éloignée (non soumise aux impacts potentiels)
Habitats terrestres	Caractériser les habitats terrestres potentiellement impactés par le projet	Richesse et diversité spécifique	Inventaires naturalistes de la faune et de la flore	Zones d'interventions

¹⁶ L'impact d'un parc éolien en mer sur le plancton reste limité (MEDDE, 2012) ; l'étude de cette composante doit être proportionnée en fonction des enjeux identifiés.

2.3.2.3. Analyse du paysage et du patrimoine

Tableau 6 : Description des études à réaliser pour l'évaluation de l'état actuel du patrimoine écologique dans le cadre de l'installation d'éoliennes en mer

Composante	Objectif de l'étude	Critères à considérer	Méthodologie	Echelle d'observation
Paysage	Identifier les spécificités et les qualités du paysage étudié, ses principales sensibilités paysagères vis-à-vis du projet et la capacité du paysage étudié à accueillir les installations	Perception visuelle, présence de reliefs, d'eau, de végétal, organisation du territoire et des usages, patrimoine, description des émissions lumineuses existantes, etc.	Etude des perceptions visuelles depuis la terre et depuis la mer : analyse des sensibilités paysagères du point de vue des lieux de résidence, des activités touristiques et de loisir et des perceptions littéraires, artistiques et touristiques Etude des grands ensembles paysagers (relief, points d'eau, structures végétales) et de l'organisation du territoire et de ses usages	Aire d'étude éloignée pour appréhender l'insertion du projet dans le territoire, aire rétro-littorale pour l'étude des structures paysagères et leurs relations avec la mer
Patrimoine écologique	Identifier la présence de sites d'intérêt écologique sur la zone et analyser la richesse de ces sites et leur enjeux de conservation afin d'évaluer les incidences spécifiques et d'identifier les mesures d'évitement, de réduction ou de compensation adéquates	Localisation des sites d'intérêt, nature, richesse naturelle (habitat et espèces présentes, statuts de protection), fonctionnalité, enjeux de conservation, espèces protégés	Consultation des organismes référents (cf. §3.2) afin d'identifier, en mer et à terre les sites d'intérêt et notamment : - les zones d'inventaires (ZNIEFF, zone humide d'importance nationale) - les parcs nationaux - les sites Natura 2000 - les parcs naturels marins - les réserves naturelles - les zones d'arrêté de protection de biotope - les sites du conservatoire du littoral - les autres catégories d'aires marines protégées reconnues par l'arrêté du 3 juin 2011 ¹⁷	Aire d'étude éloignée couvrant les champs éventuels des perturbations les plus étendues : bruit, hydrodynamisme sédimentologie, etc.
Patrimoine archéologique	Identifier la présence de vestiges archéologiques sur la zone pour ne pas les détériorer	Localisation Nature	Données à collecter à partir de cartes marines, de la base de données du SHOM, et du DRASSM. Selon l'historique de la zone, réalisation <i>in situ</i> d'études spécifiques de localisation des épaves	Aire d'étude immédiate

¹⁷ Arrêté du 3 juin 2011 portant identification des catégories d'aires marines protégées entrant dans le champ de compétence de l'Agence des aires marines protégées.

2.3. Analyse de l'état actuel de l'environnement

2.3.2.4. Analyse des activités socio-économiques et des usages

Tableau 7 : Description des études à réaliser pour l'évaluation de l'état actuel des activités socio-économiques et des usages dans le cadre de l'installation d'éoliennes en mer

Composante	Objectif de l'étude	Critères à considérer	Méthodologie	Echelle d'observation
Usages halieutiques	Décrire l'organisation de ces filières sur le territoire et appréhender leurs enjeux socio-économiques, recenser les zones de pêche importantes et les espaces de cultures marines, évaluer les impacts cumulés du projet sur l'environnement	Organisation, production, localisation et pratiques des activités sur la zone d'étude et sur le territoire (ensemble de la filière), ressources présentes, enjeux socio-économiques	Collecte de données auprès des acteurs institutionnels ainsi que des organisations professionnelles du secteur (cf. §3.2), réalisation d'enquêtes <i>ad hoc</i> auprès des professionnels, observation <i>in situ</i> de l'activité à terre et en mer	Aire d'étude éloignée pour la collecte de données, aire d'étude rétro-littoral et immédiate pour les observations <i>in situ</i>
Navigation maritime	Comprendre l'organisation de l'activité pour évaluer l'impact du projet, définir au mieux l'implantation des éoliennes et anticiper les besoins liés à la logistique du parc, concevoir des règles de sécurité adéquates, évaluer les impacts cumulés du projet sur l'environnement	Organisation en mer des activités de transport : ports reliés, voies de navigation privilégiées, répartition journalières et annuelle de la fréquentation, type de flotte, etc. Compatibilité avec les navires de travaux et de maintenance	Collecte des données auprès des capitaineries, sémaphores, CROSS et CETMEF, consultations de cartes géographiques et maritimes du SHOM pour l'identification des ports et des voies de navigation, consultation du site www.marinetraffic.com pour la localisation des navires, consultation de l'Agence de l'Eau Rhone-Méditerranée-Corse pour les données spécifiques à la Méditerranée (programme MEDOBS)	Aire d'étude éloignée intégrant l'ensemble des mouvements de navire dont les trajets de navigation recoupent la zone du projet
Navigation aérienne	Comprendre l'organisation de l'activité pour évaluer l'impact du projet, définir au mieux l'implantation des éoliennes, concevoir des règles de sécurité adéquates	Organisation de l'activité : Fréquentation de la zone, couloirs de navigation, etc.	Collecte d'information auprès de la Direction Générale de l'aviation civile, du Service de l'Information Aéronautique, etc.	Aire d'étude rapprochée

2.3. Analyse de l'état actuel de l'environnement

Composante	Objectif de l'étude	Critères à considérer	Méthodologie	Echelle d'observation
Extraction de granulats, ressources minérales, immersion des sédiments de dragage	Connaitre la localisation des principaux sites visés par une extraction de matériaux mais aussi celles des ressources minérales identifiées afin d'en tenir compte pour la localisation du parc mais aussi pour intégrer les effets cumulés	Organisation en mer de l'activité existante, localisation des zones exploitées, des zones en cours d'instruction, et des zones de permis de recherche	Consultation de la base de données SEXTANT de l'IFREMER, des filières professionnelles d'exploitation	Aire d'étude éloignée pour éviter les conflits d'usages liés à la superposition de sites d'exploitation, existants ou potentiels, ainsi qu'aux mouvements des navires exploitants
Activités de loisir	Etudier la compatibilité du projet avec les activités de loisir existantes afin d'évaluer l'impact sur ces usages et sur l'attractivité touristique du site et les impacts cumulés du projet sur l'environnement	Organisation des activités de plongée et de plaisance	Consultation des cartes marines, des capitaineries et sémaphores et des associations de plaisanciers pour identifier les ports de plaisance, les itinéraires de navigation et les zones de mouillage ; consultation des cartes marines et des bases de données du SHOM, des associations de plongeurs et des clubs de plongée pour identifier les principaux sites d'intérêt	Aire d'étude éloignée pour intégrer l'ensemble des mouvements de navires susceptibles d'interférer avec le parc Aire d'étude immédiate pour l'étude des sites de plongée

2.3. Analyse de l'état actuel de l'environnement

Composante	Objectif de l'étude	Critères à considérer	Méthodologie	Echelle d'observation
Tourisme	Appréhender les impacts du parc sur l'activité touristique et évaluer les impacts cumulés du projet sur l'environnement	Activités touristiques du territoire, organisation spatiale et temporelle de la fréquentation, économie liée au tourisme	Consultation des études programmatiques et de fréquentation, des données statistiques de l'INSEE des plans départementaux spécifiques éventuels (Schéma départemental du tourisme, PDIPR) PDESI relatifs aux sports de nature. Consultation des Directions des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi, des offices du tourisme, des fédérations sportives et de loisirs, des Conseils Départementaux et Régionaux. Réalisation d'enquêtes auprès des touristes.	Aire d'étude éloignée pour appréhender l'ensemble des interactions avec les différentes composantes du tourisme
Réglementation et servitudes	Réaliser un inventaire des règlements et servitudes existants sur la zone	Localisation des réglementations et zones de servitude locales	Réalisation de cartographies thématiques représentant les zones de contraintes (voir détails dans l'étude « Energies marines renouvelables » - MEEM, 2012)	Aire d'étude rapprochée
Organisation du territoire et des ressources	S'assurer de la compatibilité du projet avec les plans schémas et programmes pertinents visés à l'article R. 122-17 du code de l'environnement, identifier les procédures réglementaires à mettre en œuvre en cas de non compatibilité	Documents de planification et de gestion, texte et servitudes applicable au territoire concerné, etc. (cf. §3.1)	Consultation des documents auprès des communes, des DDTM, des Préfectures, de la DIRM de l'ADEME, des Agences de l'eau, DREAL etc.	Collectivités territoriales concernées par le projet

Un tableau récapitulatif des études à réaliser dans le cadre de l'analyse de l'état actuel de l'environnement est présenté p.87. Des informations complémentaires concernant les sources de données à consulter pour réaliser l'analyse des états initiaux sont également consultables p.89.

2.3.3. Conclusion de l'analyse de l'état actuel : définition d'un état environnemental de référence et synthèse des enjeux environnementaux

Les résultats obtenus durant l'analyse de l'état actuel de l'environnement permettent de disposer d'un état de référence « E₀ » de l'environnement physique, biologique, naturel, paysager et humain du site juste avant que le parc éolien ne soit implanté, ainsi que des zones de référence. Cet état de référence permettra d'évaluer l'impact de l'implantation du parc sur le milieu par comparaison avec les données collectées lors des suivis environnementaux mis en place une fois le parc implanté. Le suivi des zones de référence permettra de distinguer les impacts du projet des effets indépendants (variabilités biologique et climatique).

L'analyse de l'état actuel de l'environnement se conclut par une identification des **enjeux** environnementaux et une appréciation de la sensibilité et de la vulnérabilité du site. Il convient de relativiser les différents enjeux par une évaluation qualitative de leur importance en fonction notamment de leur emprise spatiale et temporelle. Cette évaluation s'appuie sur une présentation claire des critères utilisés. Il s'agit ici de traduire en sensibilités les données brutes recueillies lors de l'étape précédente.

L'enjeu représente pour une portion du territoire, compte tenu de son état actuel ou prévisible, une valeur au regard de préoccupations patrimoniales, esthétiques, culturelles, de cadre de vie ou économiques. Les enjeux sont appréciés par rapport à des critères tels que la qualité, la rareté, l'originalité, la diversité, la richesse, etc. L'appréciation des enjeux est indépendante du projet.

La sensibilité exprime le risque que l'on a de perdre tout ou partie de la valeur de l'enjeu du fait de la réalisation du projet. A ce stade, les effets du projet ne sont pas encore connus en détail, c'est pourquoi une analyse qualitative de la sensibilité est possible, une évaluation plus fine étant réalisée lors de la hiérarchisation des impacts (cf. p.54). Une carte de synthèse des sensibilités de l'état initial permettra de visualiser, sur le site retenu, les secteurs devant faire l'objet d'une attention particulière et les zones les plus à même d'accueillir des éoliennes.

2.4. Analyse des effets et évaluation des impacts potentiels

L'analyse de l'état actuel de l'environnement permet de disposer d'éléments indispensables à la compréhension du fonctionnement écologique de l'environnement du projet. Les résultats collectés durant cette phase permettent d'affiner et de compléter l'identification des effets attendus réalisée lors du cadrage préalable en apportant des informations précises, concrètes et géographiquement plus ciblées que les données bibliographiques. Une fois cette analyse achevée, il convient de réaliser une évaluation complète des effets du projet.

2.4.1. Différents types d'effets

L'évaluation des effets sur l'environnement consiste à prévoir et déterminer l'importance des différents effets en distinguant : les effets dans le temps, les effets **directs** ou **indirects**, les effets **temporaires** ou **permanents**, ainsi que les effets **cumulés**. Certains effets sont réductibles, c'est-à-dire que des dispositions appropriées ou mesures les limiteront dans le temps ou dans l'espace. D'autres ne peuvent être facilement réduits et devront faire l'objet de mesures de compensation (cf. p.61). Tous ces effets doivent être appréciés à court, moyen et long termes.

Effets directs/ indirects

L'étude d'impact ne doit pas se limiter aux seuls effets directement attribuables aux travaux et au projet en lui-même. Elle doit aussi tenir compte des effets indirects, notamment ceux qui résultent d'autres interventions induites par la réalisation des aménagements (ex. aménagements portuaires, devenir des déchets et des matériaux résiduels, etc.). Ces effets indirects sont généralement différés dans le temps et peuvent être éloignés du lieu d'implantation du parc.

Effets temporaires/permanents

Les effets temporaires disparaissent dans le temps et sont majoritairement liés à la phase de réalisation de travaux de construction et de démantèlement : nuisances de chantier, augmentation du trafic, bruit, remise en suspension, pollutions, vibrations, dérangement de la faune, destruction de la flore, etc.

Pour les effets temporaires, la notion d'occurrence est également centrale dans la réflexion sur l'analyse prévisionnelle des impacts. A un niveau donné, un effet unique n'induit pas les mêmes perturbations qu'un effet récurrent.

Les effets permanents perdurent tout au long de la vie du projet, par exemple l'occupation de l'espace, la visibilité, les effets sur l'avifaune ou les chiroptères, le bruit, etc. Il s'agit également d'effets de longue durée dus à l'aménagement du site qui persistent au-delà de la vie du projet (ex. : présence de fondation dans le cas d'un démantèlement partiel, disparition complète ou délocalisation d'une colonie d'animaux, introduction d'espèces invasives, etc.).

Effets négatifs/positifs

Un des objectifs de l'étude d'impact environnemental est d'identifier les effets négatifs du projet sur l'environnement et de proposer des mesures permettant de les éviter, de les réduire ou de les compenser. Ainsi, la plupart des exemples d'effets présentés dans ce guide constituent une perturbation par rapport à l'état environnemental initial et sont potentiellement négatifs. Cependant, toute modification de l'état initial n'a pas que des conséquences négatives. En effet, la présence physique d'installations sous-marines peut, sous réserve de respect de conditions d'éco-conception, entraîner des effets positifs sur certains peuplements. Les effets récits et réserve peuvent être recherchés, en veillant à adapter les aménagements au cas par cas pour chaque site d'implantation et en s'assurant d'un suivi régulier de la biologie marine (cf. p.26).

Les projets éoliens en mer participent en outre à la réduction de la pollution globale et sont à l'origine d'effets positifs sur l'environnement (réduction des émissions de gaz à effet de serre et de la pollution atmosphérique, effet réserve, etc.), ou sur le développement local (création de filières industrielles et scientifiques, création d'emploi, etc.). Ces effets positifs pourront notamment être appréciés lors de l'étude des impacts sur le climat et l'analyse socio-économique.

A noter que les conséquences d'un effet peuvent être positives ou négatives et qu'à ce titre, un impact peut donc être défini comme positif ou négatif. La viabilité d'un écosystème ou d'une activité peut être réduite mais également améliorée par un effet, tout comme ses capacités de résilience. La présence d'éoliennes en mer peut être perçue négativement si on considère qu'elle dénature un paysage sauvage et préservé, ou positivement si on leur confère le symbole d'une meilleure intégration de l'homme dans son environnement.

Effets cumulés

Ces effets sont définis par la Commission européenne (« *cumulative effects* ») comme des « *changements subis par l'environnement en raison d'une action combinée avec d'autres actions humaines passées, présentes et futures* ». Le terme « cumulé » fait donc référence à l'évaluation de la somme des effets d'au moins deux projets différents (cf. p.61)

Effets transfrontaliers

L'environnement d'un projet n'a pas de frontière. Les effets du projet doivent donc aussi être analysés sur les territoires frontaliers, qu'il s'agisse d'effets sur le paysage, le milieu naturel ou humain. Il revient aux autorités françaises de saisir le pays frontalier concerné et de lui fournir, si celui-ci le souhaite, tous les éléments lui permettant de consulter son public sur les impacts du projet. D'une manière générale, les éléments de dossier mis à disposition des autorités doivent être suffisants pour apprécier si l'impact est notable et le cas échéant pour assurer l'organisation de l'enquête publique.

La réglementation prévoit « *la nécessité d'étudier, le cas échéant, les incidences notables du projet sur l'environnement d'un autre Etat, membre de l'Union européenne ou partie à la Convention du 25 février 1991 sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière signée à Espoo¹⁸* » (article R. 122-4 du code de l'environnement).

Le code de l'environnement prévoit une consultation de l'Etat membre de l'Union Européenne (ou de l'Etat signataire de la Convention d'Espoo) susceptible d'être impacté. Si le préfet constate que le projet est susceptible d'avoir des incidences notables, ou en cas de saisine par l'Etat voisin concerné, il notifie l'arrêté d'ouverture de l'enquête publique et transmet un exemplaire du dossier d'enquête. Cette notification se fait via les points de contacts focaux¹⁹ de la Convention (avec information préalable du Ministère des Affaires étrangères). Le résumé non technique de l'étude d'impact et l'indication de la façon dont l'enquête publique s'insère dans la procédure administrative sont traduits, si nécessaire, dans la langue de l'Etat intéressé, les frais de traduction étant à la charge du pétitionnaire ou du maître d'ouvrage. La notification de l'arrêté d'ouverture d'enquête fixe le délai dont disposent les autorités de l'Etat frontalier pour manifester leur intention de participer à l'enquête publique. L'enquête publique ne peut commencer avant l'expiration de ce délai.

L'article R. 122-10 du code de l'environnement précise le déroulement de cette procédure. Il est important de noter que les délais prévus peuvent être augmentés pour tenir compte de la consultation des autorités étrangères.

2.4.2. Evaluation de l'importance des effets et hiérarchisation des impacts potentiels

2.4.2.1. Analyse des effets

Une fois les effets potentiels identifiés, il est nécessaire d'appréhender leur importance. Pour cela, plusieurs critères d'appréciation peuvent être définis :

- **Caractéristiques des effets :**

L'effet est-il de longue durée ? Irréversible ? Important quantitativement ?

Le nombre d'espèces/individus/personnes touché est-il significatif ?

La probabilité d'occurrence est-elle élevée ?

Y a-t-il possibilité d'incidences transfrontalières ?

- **Environnement affecté :**

La zone affectée est-elle de qualité ?

La zone affectée est-elle de grande dimension ?

¹⁸ Convention du 25 février 1991 sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière.

¹⁹ http://www.unece.org/env/eia/points_of_contact.html

La zone affectée est-elle sensible à l'impact ? (existence de plans de gestion du site, sites remarquables, co-visibilité avec un patrimoine emblématique...)

Les espèces/individus/personnes affectées sont-elles sensibles à l'impact ? (modification de l'habitat, interactions avec les activités économiques locales...)

- **Aspects réglementaires et politique locale :**

Quelle est la réglementation, notamment en matière d'environnement, sur la zone affectée ?

Quelles sont les orientations d'aménagement du territoire et d'utilisation du territoire sur la zone affectée ? (existence de zone naturelle, loi « littoral », etc.)

Quelles sont les politiques environnementales locales ? (Parcs Naturels Marins, Zone Natura 2000, réserves naturelles, propriétés du Conservatoire du littoral...)

- **Perception du public :**

La population locale est-elle fortement concernée ? La population locale présente-t-elle une sensibilité particulière ? (densité de population, proximité d'habitations ou d'établissements de soins...)

Comment a-t-elle été associée ?

Les élus locaux sont-ils mobilisés ? Quel est leur positionnement ?

- **Incertitudes :**

L'ampleur ou l'importance des effets sont-elles incertaines en raison d'une méconnaissance sur un thème précis ou d'informations non communiquées (période ou aire d'étude, absence de concertation...) ?

Des méthodes ou des moyens sont-ils disponibles pour réduire ou supprimer les incertitudes ?

La réduction ou la compensation seront-elles impossibles ou difficiles ?

2.4.2.2. Analyse de la sensibilité du milieu

L'analyse prévisionnelle des impacts nécessite également de prendre en compte **la sensibilité** des composantes de l'environnement atteintes par ces effets, positifs ou négatifs (Figure 9 p.58). Qu'il s'agisse d'une composante environnementale, de patrimoine ou d'un usage, cette notion de sensibilité est un élément central de l'évaluation d'un impact. De manière générale, elle peut être définie à partir de la **tolérance**, et de la **résilience** à l'effet considéré. Ces deux qualificatifs intègrent les questions clés à se poser pour la hiérarchisation des impacts potentiels.

La tolérance comme la susceptibilité d'être affectée par un effet. Pour un élément d'un écosystème, par exemple un habitat ou une espèce, elle décrit le potentiel de destruction, dégradation, de réduction ou d'amélioration de la viabilité qu'a l'effet sur cet élément.

La réflexion portant sur cette tolérance se pose nécessairement à l'échelle de l'individu ou de l'unité mais doit également être replacée dans son caractère global :

- L'espèce benthique considérée est susceptible d'être détruite par la pose des fondations, mais quelle est la conséquence sur le peuplement ? S'agit-il d'une espèce rare ou au contraire abondamment représentée sur ce territoire ?
- La présence des installations entrave la navigation mais que représentent les trafics propres de cette zone au regard des flux régionaux et quelle est la dépendance à ces flux de l'activité du territoire ?

La résilience d'un élément à une perturbation peut être définie comme sa capacité à maintenir ou recouvrer naturellement un état proche à celui prévalant avant la perturbation. La résilience intègre une notion de temporalité qui doit être adaptée à chaque élément considéré. On ne raisonnera pas nécessairement sur les mêmes échelles de temps entre des éléments écosystémiques, géomorphologiques ou d'usages.

La réflexion portant sur cette résilience soulève des notions de réversibilité, d'occurrence, d'adaptabilité, etc. :

- L'état prévalant avant effet peut-il être retrouvé ?
- Quelle résilience espérer par rapport à un effet permanent ou un effet temporaire mais d'occurrence régulière ?

Cette notion de résilience est toutefois difficile à évaluer, dans la mesure où il n'est pas toujours possible de disposer d'informations sur la capacité d'un élément à retrouver son état d'avant perturbation. Lorsque la résilience n'est pas connue et impossible à évaluer (sur la base d'éléments bibliographiques), la sensibilité d'une composante environnementale sera estimée sur la base de sa tolérance uniquement.

Des éléments méthodologiques et des grilles d'évaluation de la sensibilité des espèces et des habitats sont proposés respectivement p.147 et p.150.

2.4.2.3. Analyse des impacts potentiels

Le croisement des effets attendus du projet avec les sensibilités des composantes identifiées lors de l'analyse de l'état initial permet de caractériser les impacts potentiels du parc éolien en mer sur cet environnement.

Il est ensuite nécessaire de classer ces impacts selon une échelle de valeur afin de les hiérarchiser. Cette hiérarchisation doit permettre de discerner les impacts qui doivent être évités impérativement, ceux qui doivent être réduits autant que possible et ceux qui pourront être compensés. Des priorités d'actions peuvent alors être définies afin d'assurer une intégration environnementale et socio-économique satisfaisante.

De nombreuses méthodes de hiérarchisation existent, présentant chacune ses avantages et ses inconvénients. Qu'il s'agisse de méthodes partagées ou de méthodes spécifiquement conçues pour un projet donné, l'essentiel est de retenir une méthode qui permette d'apprécier avec pertinence les enjeux de perturbation des milieux naturels et humains associés au projet.

Des méthodes d'analyse et de hiérarchisation des impacts potentiels sont proposées à partir de la p.153 de ce guide. Ces méthodes ont été développées par le *Marine Life Information Network* (MarLIN) pour l'évaluation des impacts environnementaux et par l'European Marine Energy Center (EMEC) pour les impacts sur les usages socio-économiques. Elles semblent adaptées à l'évaluation des impacts des projets d'EMR et ont à ce titre déjà été employées en ce sens à l'international et notamment par le Scottish Natural Heritage en Ecosse.

Les méthodes proposées dans ce guide doivent avant tout être considérées comme des exemples visant à illustrer l'exercice de hiérarchisation des impacts potentiels selon des critères prédéfinis. Elles ne doivent pas pour autant occulter l'utilisation d'autres méthodes existantes ou à définir, peut être tout aussi adaptées.

La méthodologie d'évaluation des impacts potentiels est résumée sur la

Figure 9.

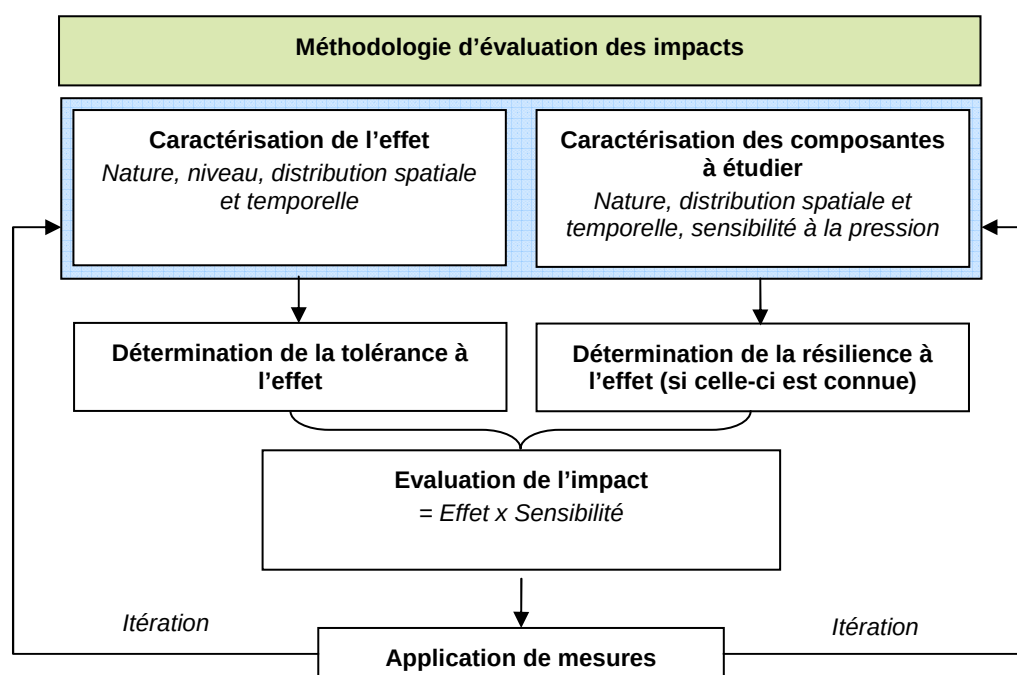


Figure 9 : *Méthodologie d'évaluation des impacts environnementaux potentiels d'un projet d'aménagement (d'après MEDDE, 2012).*

2.4.3. Synthèse des impacts potentiels, justification du choix et affinage des périmètres du parc éolien

Les informations recueillies dans le cadre de l'état initial permettent d'affiner l'analyse de la sensibilité de l'aire du parc éolien et, le cas échéant, de définir les différents périmètres à privilégier ou éviter pour les interventions, conformément à la doctrine ERC. Ce travail permet d'identifier les principales contraintes du territoire telles que les zones de servitudes, les zones de protection réglementaire, etc.

Le **Tableau 8** illustre, à titre indicatif, les possibilités d'affinage des périmètres d'intervention au sein des zones de projet retenues en amont en fonction des composantes étudiées dans le cadre de l'état initial.

Tableau 8 : Critère d'affinage du périmètre de projet (d'après MEDDE, 2012)

Composante	Critères de choix du périmètre de moindre sensibilité
Condition océanographiques	Choix du site et de l'implantation la moins impactante pour l'hydrologie et la sédimentation
Qualité physico-chimique du substrat	Choix des sites de moindre contamination pour les opérations de travaux susceptibles de remobiliser des matières en suspension de la colonne d'eau
Habitats benthiques	Evitement des habitats riches, vulnérables et faiblement résilients type herbier, maërl, coralligène, etc.
Poissons et mollusques	Evitement des gisements et des zones fonctionnelles
Mammifères marins	Evitement des zones clés de reproduction, alimentation, repos et hivernage ainsi que des voies spécifiques de migration lorsque celles-ci sont définies à une échelle suffisamment fines pour qu'un raisonnement à l'échelle du périmètre de projet soit pertinent.
Avifaune	Evitement des zones clés de reproduction, alimentation, déplacement, repos, hivernage et migration
Chiroptères	Evitement des zones clés de reproduction, alimentation, hivernage et migration
Pêche	Evitement des zones de plus forte fréquentation/valeur pour la pêche et des zones clés de ressources halieutiques

2.4. Analyse des effets et évaluation des impacts potentiels

Dans la plupart des cas, compte tenu des difficultés identifiées et des objectifs poursuivis, le maître d'ouvrage pourra mettre en évidence plusieurs options ou partis de réalisation et d'exploitation de son parc éolien. Parmi les différentes solutions de substitution envisagées, le choix du projet définitif intègre des critères techniques, économiques, ainsi que la synthèse des impacts potentiels identifiés. Le porteur de projet devant justifier du choix du projet retenu eu égard aux effets sur l'environnement²⁰, un tableau de synthèse des différentes solutions de substitution peut constituer un outil d'aide à la décision (**Tableau 9**).

Tableau 9 : Exemple de tableau d'analyse multicritères des différentes solutions de substitution (d'après MEEDDM, 2010).

	Impacts potentiels des différentes solutions envisagées				
	Solution 1	Solution 2	Solution 3	...	...
Critères techniques					
Production d'énergie					
Puissance installée					
...					
Appréciation technique					
Critères environnementaux naturels et humains					
Impacts sur les poissons et mollusques					
Impact sur les habitats benthiques					
Impact sur les mammifères marins					
Impacts sur l'avifaune					
Impacts sur les chiroptères					
Autres impacts sur les milieux naturels					
Impacts paysagers					
Impacts sur le patrimoine culturel					
Impact sur la santé					
Appréciation environnementale					
Critères socio-économiques					
Impact sur les activités socio-économiques locales					
Concurrence avec les usages actuels du site					
Retombées économiques locales					
Appréciation socio-économique					
Appréciation globale					
Rang					

La solution retenue est celle qui présente le moindre impact sur l'environnement compte tenu de l'ensemble des contraintes techniques et

²⁰ Article R. 122-5. du code de l'environnement.

2.5. Analyse des effets cumulés

économiques du projet. Le choix de la solution retenue devra également intégrer les contraintes liées aux mesures à mettre en place pour éviter, réduire, ou compenser les impacts

L'étude d'impact devra expliciter les critères de choix du projet définitif et notamment les critères environnementaux. Le projet sera présenté dans le dossier d'étude d'impact en fournissant au lecteur des informations à caractère technique : description générale du projet et chronologie de la vie du parc éolien, de la construction au démantèlement.

2.5. Analyse des effets cumulés

L'évolution de la législation et de la réglementation²¹ des études d'impact impose la prise en compte des effets cumulés. Ces effets sont définis par la Commission européenne (« cumulative effects ») comme des « *changements subis par l'environnement en raison d'une action combinée avec d'autres actions humaines passées, présentes et futures* ». La notion d'effets cumulés recouvre l'addition, dans le temps ou dans l'espace, d'effets directs ou indirects issus d'un ou de plusieurs projets et concernant la même entité (ressources, populations ou communautés humaines ou naturelles, écosystèmes, activités...). Elle inclut aussi la notion de synergie entre effets.

Il est nécessaire de distinguer les effets d'un même projet qui peuvent s'ajouter et les effets cumulés liés à l'interaction entre plusieurs projets distincts.

Les exigences au regard de la prise en compte des effets cumulés de projets restent proportionnées aux enjeux qui peuvent être très différents soit par leur ampleur, soit par leur nature.

2.6. Recherche de mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts

D'après l'article R. 122-5 du code de l'environnement, l'étude d'impact doit présenter les « **mesures prévues par le pétitionnaire ou le maître de l'ouvrage pour éviter** les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine [...], **réduire** les effets n'ayant pu être évités et **compenser**, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits ». L'autorité compétente et l'autorité environnementale seront particulièrement attentives à la présence de telles mesures, à la proportionnalité de celles-ci avec les impacts du projet ainsi qu'à la présence d'une évaluation économique de ces mesures.

Selon cette obligation, les autorités environnementales devront se positionner dans leur avis sur la qualité et la pertinence des mesures proposées. De même, elles

²¹ c.f. Code de l'Environnement

devront recommander aux autorités compétentes pour autoriser les projets que les mesures les plus pertinentes soient reprises dans la décision d'autorisation. Si l'autorité compétente pour autoriser le projet doit prendre en considération le contenu de l'étude d'impact, elle peut toutefois retenir des mesures qui iraient au-delà ou en deçà de celles proposées par le porteur de projet, en fonction, notamment, des avis de l'autorité environnementale et du public.

Ces mesures ont pour objectifs d'assurer l'équilibre environnemental du projet et l'absence de perte globale de biodiversité. Elles doivent être proportionnées aux impacts identifiés. Des propositions de mesures permettant de d'éviter, réduire ou compenser les impacts sont présentées dans les fiches « analyse prévisionnelle des impacts » p.153.

2.6.1. Différents types de mesures

Les mesures d'évitement permettent de supprimer l'impact dès la conception du projet (par exemple le changement d'implantation pour éviter un milieu sensible). Elles reflètent les choix du maître d'ouvrage dans la conception d'un projet de moindre impact.

Les mesures de réduction visent à minimiser l'impact. Il s'agit par exemple de la diminution ou de l'augmentation du nombre d'éoliennes, de la modification de l'espacement entre éoliennes, de la création d'ouvertures dans la ligne d'éoliennes, de la régulation du fonctionnement des éoliennes, etc.

Les mesures de compensation visent à conserver globalement la qualité initiale des milieux (en termes de services écologiques, biodiversité, fonctionnalités, etc.) par exemple en mettant en œuvre des mesures de sauvegarde d'espèces ou de milieux naturels, etc. Elles interviennent sur l'impact résiduel une fois les autres types de mesures mises en œuvre. Une mesure de compensation doit être en relation avec la nature de l'impact. Elle est mise en œuvre en priorité sur le site impacté ou à proximité fonctionnelle de celui-ci afin de garantir sa fonctionnalité de manière pérenne.

Le maître d'ouvrage devra privilégier autant que faire se peut les mesures de suppression, puis celles de réduction et en dernier recours proposer des mesures de compensation, qui doivent demeurer exceptionnelles. Chaque mesure doit être associée à des moyens de suivi de son efficacité durant les différentes phases du projet. Ces suivis permettront de décider s'il faut adapter, intensifier ou alléger les mesures mises en œuvre.

Ces différents types de mesures, clairement identifiées par la réglementation, doivent être distingués des **mesures d'accompagnement**, qui ne sont pas rendues obligatoires par la réglementation environnementale en vigueur mais peuvent être prévues dans un autre cadre, par exemple le cahier des charges de l'appel d'offres pour l'éolien en mer de juillet 2011. Ces mesures peuvent notamment être d'ordre économique ou contractuel et visent à permettre l'acceptation du projet ou son insertion, tel que la mise en œuvre d'un projet touristique, de mesures d'accompagnement des usages impactés ou d'un projet d'information sur les énergies.

2.6.2. Analyse et proposition de mesures

Pour définir les mesures à mettre en œuvre, le maître d'ouvrage peut s'appuyer sur :

- L'analyse des mesures adoptées sur des parcs éoliens existants (retours d'expérience) ;
- L'expérience acquise par son entreprise ;
- L'exploitation des données bibliographiques (françaises et étrangères) ;
- Les entretiens avec les partenaires (services administratifs, collectivités territoriales, représentants d'usagers, organismes de recherche, associations).

Les mesures sont définies selon le principe chronologique qui consiste à supprimer les impacts le plus en amont possible, puis à réduire les impacts du projet retenu et enfin compenser les conséquences dommageables qui n'auront pu être évitées ou réduites. A chacune de ces mesures doivent être associés :

- Des objectifs précis et quantifiables et leur efficacité attendue ;
- Des méthodes de suivi de l'efficacité des mesures ;
- Le ou les auteur(s) de leur mise en œuvre (s'ils sont connus) ;
- Une spécification des moyens ;
- Le délai et les conditions techniques de leur mise en œuvre ;
- Une estimation de la faisabilité administrative, technique et juridique ;
- Une évaluation de leur coût qui permet au porteur de projet de vérifier qu'il peut s'engager dans leur réalisation sans que cela ne pénalise le projet

Les mesures proposées doivent être réalistes car elles représentent un engagement de la part du maître d'œuvre et adaptées aux impacts. Il est recommandé de préciser dans l'étude d'impact la faisabilité de la mise en œuvre des mesures, ainsi que leur efficacité attendue. Les mesures proposées peuvent être présentées dans un tableau de synthèse (**Tableau 10**).

Tableau 10 : Exemple de tableau de synthèse des mesures proposées (d'après MEEDDM, 2010)

SYNTHESE DES MESURES							
Risque d'impact identifié	Mesure proposée	Type de mesure	Résultat attendu	Méthode de contrôle de l'efficacité	Coût	Délai de mise en œuvre	Maîtrise d'ouvrage

Dans tous les cas, des clauses environnementales peuvent être introduites dans un « cahier des charges » définissant la conduite du chantier et l'exploitation des installations.

Par ailleurs, les mesures sont reprises dans le contenu de la décision d'autorisation du projet (article L. 122-1-1 du code de l'environnement). En effet, la décision précise notamment *«les mesures destinées à éviter, réduire et, lorsque c'est possible, compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine »*.

L'autorité compétente pour autoriser le projet prescrit les mesures d'évitement, de réduction et de compensation et les modalités de leur suivi (gouvernance, durée, calendrier etc.). Ces mesures sont proposées par le maître d'ouvrage dans l'étude d'impact, recommandées par l'autorité environnementale ou suggérées dans le cadre des observations du public mais sont laissées à la libre appréciation de l'autorité compétente.

L'article R. 122-13 du code de l'environnement impose la réalisation d'un ou plusieurs bilans qui doivent être transmis à l'autorité compétente pour prendre la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution. L'autorité compétente pour prendre la décision transmet également pour information ces bilans à l'autorité environnementale.

A terme, les données et informations recueillies dans le cadre de ces dispositifs de suivi permettront d'améliorer la qualité des mesures d'évitement, de réduction et de compensation et leur bonne réalisation. Le suivi vise à mesurer l'adéquation des mesures retenues face aux impacts sur l'environnement identifiés.

Lorsque l'étude d'impact tient lieu d'évaluation des incidences Natura 2000 et dans le cas où des mesures doivent être prises à ce titre, celles-ci doivent être identifiées à part et n'avoir pour objet que l'évitement ou la réduction. Des mesures compensatoires peuvent néanmoins être mises en œuvre si les deux conditions suivantes sont réunies (cf. paragraphe 2.11.) :

- Il n'existe pas de solution alternative ;
- Le projet est déclaré d'intérêt public majeur.

Un document sur les méthodes pour éviter, réduire ou compenser les impacts environnementaux a été rédigé par le Commissariat général au Développement durable (CGDD). Ce document²² intitulé "Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels" (collection "Références" du MEEM) a été publié en octobre 2013.

²² <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Lignes-directrices-nationales-sur.html>

2.7. Autres éléments à présenter dans l'étude d'impact

2.7.1. Méthodes utilisées

L'article R. 122-5 du code de l'environnement précise que l'étude d'impact environnementale doit contenir une « présentation des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement. ».

La méthodologie mise en œuvre pour l'analyse de l'état actuel devra être détaillée dans le dossier d'étude d'impact ainsi que le cheminement ayant conduit au choix de cette méthodologie. La justification de ce choix devra s'appuyer sur des critères objectifs : faisabilité technique (ex. : choix d'un outil de prélèvement adapté à la nature du fond), adaptation aux spécificités locales (ex. : choix d'engins de pêche correspondant aux métiers pratiqués sur la zone), recommandations scientifiques, coût de mise en œuvre, etc.

2.7.2. Difficultés rencontrées

Il s'agit de faire remonter les difficultés scientifiques et techniques rencontrées lors de la réalisation de l'étude d'impact environnementale : manque de données ou difficultés d'accès aux données, difficultés de mise en œuvre des protocoles, problèmes de calendrier, difficulté à interpréter certains résultats scientifiques (par exemple du fait d'une variabilité naturelle importante), etc.

Des difficultés d'ordre scientifique peuvent aussi concerner la méconnaissance des impacts potentiels ou l'absence de méthodes validées pour évaluer les impacts. Le porteur de projet peut alors suggérer des thèmes de recherche scientifique qui contribueraient à combler ces lacunes.

Le porteur de projet pourra également ici faire état des différents moyens mis en œuvre pour pallier les difficultés rencontrées (renforcement des suivis, consultation d'expert scientifiques, etc.)

2.7.3. Présentation des différents auteurs

L'étude d'impact est rédigée sous la responsabilité du maître d'ouvrage du parc éolien²³. S'il ne dispose pas des compétences en interne, il lui est recommandé de faire appel à des consultants spécialisés. Sur ce point, la circulaire du 27 septembre 1993 invite l'étude d'impact à faire apparaître « **le nom des participants aux études** préparatoires qui ont servi de support au document final, celui des éventuels consultants ou experts auxquels il aura été fait appel, et celui des rédacteurs du document final. Cette disposition peut largement contribuer à renforcer

²³ L'étude d'impact liée aux travaux de raccordement au réseau de transport et de distribution d'électricité est rédigée sous la responsabilité de RTE qui intervient comme maître d'ouvrage et maître d'oeuvre pour ce volet.

2.7. Autres éléments à présenter dans l'étude d'impact

la crédibilité du document final aux yeux du public et à assurer la transparence de la décision ». De même, l'article R. 122-5 du Code de l'Environnement indique que « *Les noms et qualités précises et complètes du ou des auteurs de l'étude d'impact et des études qui ont contribué à sa réalisation* » doivent être mentionnés (le seul nom du sous-traitant n'est donc pas suffisant).

2.7.4. Résumé non technique

Ce résumé facilite la lecture de l'étude d'impact lors de l'enquête publique. Il doit faire l'objet d'une rédaction spécifique et non pas être produit par une accumulation de copié-collé de parties de l'étude d'impact. Le terme « non technique » indique qu'il doit permettre à un public non averti de comprendre immédiatement les enjeux du site, la nature de l'aménagement et les effets du projet présenté. Ce résumé reprend le plan de l'étude (description de l'état initial, caractéristiques du projet, effets sur l'environnement, mesures mises en œuvre, etc.) et rappelle les conclusions de chacune des parties de l'étude d'impact.

2.8. Stratégie de suivi environnemental

2.8.1. Définition du suivi environnemental

Le suivi environnemental s'inscrit dans le cadre général des obligations de gestion souscrites par le maître d'ouvrage lors de la délivrance par l'autorité compétente des autorisations administratives du projet. Il est régi par l'article R122-13 du code de l'Environnement relatifs aux études d'impacts, auxquels s'ajoute l'article R214-16 de ce même code pour les opérations soumises à autorisations au titre de la loi sur l'eau.

Le suivi environnemental est conduit sous la responsabilité du maître d'ouvrage et recouvre toutes les actions qui visent à mesurer, analyser et rendre compte des interactions dans l'aire d'influence du projet, qui se développent entre :

- Une spécification des moyens ; l'infrastructure (à la fois sa partie immergée et sa partie émergée),
- La colonne d'eau et le substrat,
- La faune et la flore marine,
- L'avifaune et les chiroptères.

Les principales interactions attendues ayant fait l'objet d'une description théorique et prospective à travers l'Etude d'Impact, le suivi environnemental s'attachera pour sa part à caractériser les interactions réelles qui vont s'opérer dans le milieu naturel tout au long de la vie du projet, c'est à dire avant et pendant la phase construction, pendant la phase d'exploitation, puis pendant et après la phase de démantèlement.

Le « suivi environnemental » recouvre par conséquent le « suivi des effets du projet sur l'environnement » mais également, par extension, le suivi de la réalisation par le maître d'ouvrage des mesures auxquelles il s'est engagé pour supprimer, réduire et s'il y a lieu compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement (cf. paragraphe 2.6).

Il faut signaler que le suivi environnemental n'est pas exclusif d'autres suivis qui peuvent se dérouler en parallèle et qui concernent également l'activité du parc éolien, notamment en matière socio-économique. Toutefois ces suivis ne relèvent pas du même régime et ne sont pas traités à travers le présent document.

2.8.2. Finalités du suivi environnemental

Le suivi environnemental d'un parc éolien en mer poursuit plusieurs finalités, qui s'inscrivent à différentes échéances et différentes échelles.

Sur le court ou moyen terme, et pendant les phases chantier en particulier, le suivi environnemental permet au maître d'ouvrage d'une part d'évaluer l'efficacité des mesures qu'il s'est engagé à conduire pour supprimer, réduire ou compenser les effets négatifs notables sur l'environnement et d'autre part, s'il y a lieu, de proposer et mettre en œuvre des mesures correctrices.

Sur le moyen et le long terme, notamment à travers la production et la diffusion de bilans réguliers, le suivi environnemental vise à éclairer à la lumière des enjeux environnementaux toutes les décisions relatives à la vie du projet (modification des infrastructures, des modalités d'exploitation), y compris les décisions des autorités administratives compétentes pour modifier ou renouveler les autorisations du projet.

A une échelle qui dépasse le strict cadre du parc éolien considéré, chaque suivi environnemental contribue à la consolidation d'un socle de connaissances sur le milieu marin, et ses interactions avec les infrastructures offshore en particulier

A cet égard, les nombreux indicateurs qui seront tirés des suivis environnementaux des parcs éoliens offshore ont vocation à occuper une place significative au sein des futurs programmes de surveillance impulsés par l'Union Européenne à travers la mise en œuvre de la Directive Cadre Stratégique pour le Milieu Marin (DCSMM).

2.8.3 Modalités de réalisation des suivis environnementaux

L'article R. 122-14 du Code de l'Environnement précise que « *le contenu du dispositif de suivi est proportionné à la nature et aux dimensions du projet, à l'importance de ses impacts prévus sur l'environnement ou la santé humaine ainsi qu'à la sensibilité des milieux concernés* ».

Ce même article précise que « *les modalités de suivi des effets du projet [et] de la réalisation des mesures [...] font l'objet d'un ou de plusieurs bilans réalisés selon un calendrier que l'autorité compétente pour autoriser ou approuver détermine [...]* ».

Les résultats de suivi environnemental sont mis à disposition de l'autorité administrative et, sous réserve de leur communicabilité, peuvent être diffusé au public selon les modalités qui seront définies dans l'acte d'autorisation, et transmis à l'autorité environnementale. La réalisation de suivis vise à s'assurer de la bonne mise en œuvre et de l'efficacité de ces mesures, ainsi qu'à l'amélioration des projets futurs. Ainsi, les données collectées pourront alimenter les instances de concertation qui se pencheront sur la conception de futures opérations.

L'article R. 122-15 du Code de l'Environnement ajoute : « *Au vu du ou des bilans de suivi des effets du projet sur l'environnement, une poursuite de ce suivi*

peut être envisagée par l'autorité qui a autorisé ou approuvé le projet ».

La mise en place d'un suivi durant toute la durée de vie du parc éolien permet d'en évaluer les impacts sur les composantes écologiques et de mesurer l'efficacité des mesures d'évitement/réduction/compensation prévues par le maître d'ouvrage. Cette évaluation se base sur la comparaison des observations réalisées avant l'implantation du parc (état de référence « E₀ ») et après le début de la perturbation (suivi environnemental durant les phases de construction, d'exploitation, de démantèlement et suivi post-démantèlement). Parallèlement aux suivis réalisés sur la zone impactée, une zone de référence (« contrôle ») non-impactée (situé à l'extérieur de l'aire d'étude éloignée) est également échantillonnée afin de s'assurer que les différences observées entre l'état de référence et le suivi sont bien imputables au parc éolien (méthode BACI pour « Before-After Control-Impact »).

En résumé, le contenu d'un suivi environnemental et ses modalités de réalisation, se caractérisent à travers :

- **le choix des compartiments du milieu qui feront l'objet d'un suivi, et le choix des indicateurs à constituer ;**
- **le choix des protocoles d'acquisition des données environnementales au sein de l'aire d'étude, nécessaires à la constitution des indicateurs ;**
- **le choix d'un calendrier d'acquisition de ces données, en lien avec le choix du calendrier d'établissement et de publication des bilans périodiques définis ci-dessus.**

Les modalités du suivi environnemental auquel s'engage le maître d'ouvrage sont mentionnées dans les décisions d'autorisation du projet délivrés par le représentant de l'État, en application des articles R122-15 et R214-16 du code de l'Environnement.

Les différents compartiments du milieu pouvant faire l'objet d'un suivi, et différents protocoles d'acquisition de données sont illustrés à partir de la p. 102 du présent rapport.

Sauf cas particulier, les protocoles d'acquisition des données doivent rester stables pendant toute la durée d'un suivi, afin de permettre une meilleure comparabilité des résultats dans le temps, et ce depuis l'établissement de l'état de référence « E₀ ».

Les caractéristiques du milieu naturel déterminent fortement le contenu du suivi, de sorte que deux parcs éoliens implantés dans des milieux naturels différents ne feront pas l'objet d'un suivi identique.

Toutefois lorsqu'un même indicateur environnemental est à constituer dans deux parcs éoliens distincts, il y a lieu de rechercher, dans la mesure du possible, une harmonisation des protocoles d'acquisition des données prélevées dans le milieu, afin de garantir une meilleure comparabilité des résultats d'un parc à l'autre et

faciliter ainsi le partage de la connaissance.

2.8.4. Etapes du suivi environnemental²⁴

La démarche d'établissement et de réalisation d'un suivi environnemental peut se scinder en six grandes étapes :

2.8.4.1. Analyse du contexte

Cette étape constitue la base de l'élaboration du suivi. Elle met les contextes technique et environnement du projet en perspective afin d'identifier leur principales problématiques de cause à effet. **Les résultats obtenus lors de l'analyse de l'état initial constituent les éléments de base à la réalisation de cette phase.**

2.8.4.2. Définition des objectifs de suivi

Cette étape conduit à définir les **objectifs de suivi** sur la base de l'analyse de l'état initial préalable et des principaux enjeux qu'elle a permis d'identifier. La définition des objectifs de suivi répond à la question : **pourquoi réaliser un suivi ?** Il s'agit de se questionner sur les besoins de contrôle et de surveillance, du type d'informations nécessaires, et de la faisabilité du suivi tant en termes de collecte d'information que d'interprétation des résultats.

Le suivi sert à s'assurer de la bonne mise en oeuvre et de l'efficacité des mesures environnementales (absence d'impact significatif sur le milieu marin).

2.8.4.3. Détermination d'indicateurs de suivi et de l'état de référence

Dans le cadre d'un suivi d'évaluation environnementale, les indicateurs sont utilisés pour mesurer l'état de référence « E_0 » d'un compartiment et pour évaluer les changements et les tendances relatifs à ce compartiment, en comparant les valeurs de l'indicateur à différents instants.

La détermination d'indicateurs répond à la question : **que faut-il suivre ?** Un indicateur peut être défini comme « une variable dont le but est d'évaluer un processus sur une échelle donnée ». A ce titre, de nombreux indicateurs peuvent être définis pour chaque compartiment à suivre. Néanmoins, tous ne sont pas pertinents et la sélection d'indicateurs **appropriés et simples** est indispensable. Les indicateurs retenus devront répondre à un certain nombre de **conditions** (cf. **Tableau 11**). Le choix des indicateurs est un processus itératif : les indicateurs sélectionnés pour une campagne de suivi peuvent être amenés à évoluer en fonction des retours d'expérience.

Les résultats obtenus lors de l'analyse de l'état initial permettent de disposer d'un état de référence « E_0 » de l'environnement de la zone du projet. La comparaison entre les résultats du suivi, l'état de référence et les différentes zones

²⁴ Extrait de l'étude « Energies Marines Renouvelables » (MEDDE, 2012).

2.8. Stratégie de suivi environnemental

de référence choisies permet d'évaluer, à l'aide des indicateurs déterminés précédemment, les impacts du projet dans la limite de représentativité du point de référence (variabilité naturelle, autres influences anthropiques, marge d'erreur liée à la technique de caractérisation, etc.).

Tableau 11 : Critères de conditionnalité des indicateurs de suivi

Conditionnalité des indicateurs	Commentaires
Pertinence	Le choix des indicateurs doit être en adéquation avec les besoins de l'utilisateur
Précision	Elle traduit la proximité entre la valeur estimée et la vraie valeur
Sensibilité	Un indicateur doit varier de façon significative afin de pouvoir tirer des conclusions pertinentes sur ses évolutions. Ainsi des indicateurs qui ne seraient pas ou peu sensibles aux pressions imposées par le projet éolien en mer ne présenteront pas un intérêt majeur.
Fiabilité	La fiabilité représente la confiance que l'on aura dans l'information véhiculée par l'indicateur. Un indicateur non fiable est par exemple un indicateur qui pourrait prendre des valeurs significativement différentes alors que les mesures réalisées pour le quantifier sont similaires.
Comparabilité	Condition complexe à satisfaire, la comparabilité d'un indicateur est bonne quand l'information véhiculée par l'indicateur pour des mesures réalisées à des instants différents reste interprétable sous les mêmes conditions
Spécificité	L'indicateur doit répondre spécifiquement aux attentes et être capable de distinguer les effets d'un phénomène mesuré parmi d'autres.
Sélectivité	Le programme de suivi doit faire appel à des indicateurs en nombre suffisant mais limité afin que l'information soit accessible aux différentes parties. En effet, lorsque les programmes développés sont multisectoriels, on aura tendance à vouloir tout mesurer et à concevoir un système d'indicateurs trop lourd qu'il sera finalement impossible de faire vivre. Par ailleurs, il est communément admis qu'en situation de décision, une personne ne peut intégrer et considérer plus d'une dizaine d'indicateurs à la fois
Disponibilité	L'indicateur doit avoir une existence réelle et sa quantification doit être faite à intervalles réguliers. De fait, bon nombre d'indicateurs sont proposés dans des systèmes mais ne sont pas disponibles et restent non renseignés. Les données nécessaires au calcul de cet indicateur doivent également être techniquement accessibles et faciles à recueillir.
Fraîcheur	La fraîcheur traduit le pas de temps où l'indicateur pourra être quantifié. En effet, certains indicateurs ne sont pas quantifiables régulièrement et ne présentent aucun intérêt pour des suivis cherchant à caractériser des évolutions de court ou moyen terme
Significativité	Un indicateur est significatif quand il traduit correctement ce que l'on veut mesurer et est compris en tant que tel par les différents acteurs
Interprétabilité	L'indicateur, répondant à un besoin, doit être compréhensible par tous
Ponctualité	L'indicateur doit être adapté aux échéances décisionnelles pour lesquelles il est utilisé
Rentabilité (rapport efficacité/coût)	Le rapport efficacité/coût doit être acceptable et en accord avec les ressources allouées, afin de transmettre le plus fort et le plus rapide bénéfice pour la société

2.8.3.4. Définition des méthodes de suivi

L'objectif principal de cette étape est la définition des stratégies de collecte de l'information. Il s'agit à ce stade de répondre à la question : **comment suivre les indicateurs identifiés ?** En d'autres termes, c'est la phase de calage des protocoles

de suivi. Des protocoles de suivi sont proposés au paragraphe 3.4. de ce guide. Cependant, ils nécessitent d'être adaptés aux spécificités du projet et de la zone d'étude.

2.8.3.5. Définition des responsabilités, des moyens et des coûts

Cette étape vise à déterminer les responsabilités des différentes phases du processus de suivi, ainsi que des coûts et des moyens nécessaires à l'exécution du programme envisagé. A ce stade l'objectif est de répondre à la question : **qui suivra les indicateurs identifiés et selon quelles modalités ?** Il doit en résulter une indication claire des responsabilités et de l'implication des différents acteurs dans le système de suivi. Ces suivis pourront éventuellement être mutualisés, soit avec d'autres suivis réalisés dans le cadre de projets d'aménagement, soit avec des programmes de surveillance du milieu ou d'inventaires des écosystèmes.

2.8.3.6. Analyse des données et évaluation

Cette étape pose enfin la question : **que faire avec les données de suivi ?** Il s'agit d'analyser les données récoltées lors des campagnes de suivi, d'établir les conclusions associées, d'intégrer ces résultats et les retours d'expérience dans le processus global de suivi (amélioration continue), et enfin de communiquer et d'échanger sur les conclusions avec les différents acteurs concernés. Il serait pertinent à ce stade de l'étude de partager les données collectées avec les organismes d'études et de recherche qui pourraient être intéressés (cf. sources/organismes référents par thématique dans le paragraphe 3.2.). De ce fait, les porteurs de projets sont encouragés à se rapprocher de ces organismes afin d'organiser, en amont des études, la valorisation des données collectées dans le cadre des études d'impact environnemental (standardisation des méthodes d'échantillonnage, choix du format des données collectées, etc.).

2.8.3. Démantèlement et remise en état du site

D'après l'article R. 2124-2 du Code général de la propriété des personnes publiques, la demande de concession pour l'utilisation du domaine public maritime comporte « *le cas échéant, [la] nature des opérations nécessaires à la réversibilité des modifications apportées au milieu naturel et au site, ainsi qu'à la remise en état, la restauration ou la réhabilitation des lieux en fin de titre ou d'utilisation* ».

Le démantèlement nécessite le démontage et l'évacuation des superstructures et des machines, y compris le poste de livraison, voire les fondations (en fonction des impacts prévisionnels identifiés). La phase de démantèlement induit les mêmes types d'impact que la phase de construction. Ces opérations de démantèlement et de remise en état concernent l'ensemble des équipements qui ont été nécessaires à la mise en place et au fonctionnement des éoliennes, notamment :

- Les ouvrages ;
- Les fondations ;
- Les câbles ensouillés ;
- Les postes électriques et leurs fondations ;
- Tout équipement ou aménagement lié à l'exploitation de l'éolienne d'une manière générale.

La remise en état consiste à réaliser des investissements destinés à revenir à un état environnemental le plus possible au moins aussi bon que celui de l'état de référence « E₀ » défini pour chaque compartiment lors de l'état initial et à favoriser la réinsertion des sites dans l'environnement. Afin de définir l'état final du site, il convient de s'appuyer sur les données collectées pour l'état initial du site et de son environnement, en prenant en compte l'évolution prévisible des milieux et des usages. Il s'agit également de prendre en compte les impacts attendus des travaux de démantèlement, et de dresser le bilan avantages/inconvénients de l'enlèvement de la totalité ou non des fondations, en tenant compte à la fois des impacts sur le milieu naturel (le démantèlement pouvant constituer une nouvelle phase de perturbation) mais également des impératifs en matière de sécurité maritime. En fonction des spécificités du projet, un démantèlement partiel pourra s'avérer plus judicieux, avec des mesures compensatoires le cas échéant.

L'article 6.5 du cahier des charges de l'appel d'offres de 2011 prévoit que le préfet ayant délivré la concession soit informé, au plus tard cinq ans avant, qu'il est envisagé de mettre fin à l'exploitation du site. L'exploitant devra ensuite au plus tard 24 mois avant la fin de l'exploitation réaliser un plan de démantèlement, qui décrit le projet de remise en état du site et doit préciser, à chaque étape, le contenu technique de chaque poste et évaluer le coût de chaque intervention. Les résultats du suivi et les bilans périodiques des impacts sur l'environnement de la construction et de l'exploitation du projet seront à prendre en compte pour définir la remise en état du site. Il sera également possible de s'appuyer sur les retours d'expérience de démantèlement dans les pays étrangers. L'état écologique autour des fondations sera également à considérer, ainsi que les impératifs relatifs à la sécurité maritime.

Le CETMEF (désormais CEREMA) travaille actuellement sur une étude de réversibilité présentant le contenu du plan de démantèlement à rédiger ainsi que des éléments sur les suivis à réaliser dans le cadre de la remise en état du site.



Figure 10. Démantèlement d'un parc éolien onshore de Criel-sur-mer, aucun parc éolien en mer n'a encore été démantelé à ce jour (source : VALOREM).

2.9. L'étude d'impact et la participation du public

La participation et la prise en compte de l'avis du public, en particulier dans la phase amont de développement d'un parc éolien, est une des clés de réussite de l'intégration d'un parc éolien tant dans son environnement naturel que humain.

Plusieurs outils permettent d'intégrer cette participation aux différentes étapes du projet : la concertation préalable, le débat public et l'enquête publique. Ces outils sont fortement liés à la réalisation de l'étude d'impact puisqu'ils peuvent conduire à modifier le projet en ouvrant de nouvelles opportunités.

2.9.1. La concertation

La concertation consiste à prendre connaissance du ressenti des différents acteurs locaux concernant le projet éolien. La concertation est un recueil d'avis, sans effet obligatoire, visant à aboutir à un consensus entre les différents acteurs. Une concertation en amont du projet avec le public est recommandée. Il est en effet nécessaire d'associer le plus tôt possible l'ensemble des acteurs liés au projet de parc éolien : le porteur de projet, la population locale, ses représentants, les services de l'Etat, les usagers, les associations, etc.

Le cahier des charges de l'appel d'offres portant sur l'installation des premiers parcs éoliens en mer incite à la mise en place d'une instance de concertation et de suivi, selon les modalités de l'article L. 121-16 du Code de l'Environnement. Cette instance, placée sous l'autorité des préfets compétents, constituerait un lieu de dialogue privilégié entre le maître d'ouvrage, les services de l'Etat, les représentants des organisations professionnelles régionales et locales, les représentants d'association de protection de l'environnement, les collectivités territoriales, l'agence des aires marines protégées et les gestionnaires d'AMP, etc. Dès la phase de conception du parc et jusqu'à la remise en état du site, elle pourrait notamment formuler des propositions concernant :

- Le périmètre des études à réaliser et les protocoles d'études et de suivi des impacts ;
- L'évaluation des impacts du parc éolien et les mesures d'atténuation de ces impacts ;
- Les modalités du suivi socio-économique des activités ;
- La conduite de projets de recherche ou d'expérimentations liées aux activités locales (environnement, ressource halieutique, synergie avec d'autres activités, etc.).

2.9.2. Le débat public

Le code de l'environnement (articles L. 121-1 à L. 121-15) instaure et définit les conditions d'organisation d'un débat public pour les projets ayant de forts enjeux

2.9. L'étude d'impact et la participation du public

socio-économiques ou un impact significatif sur l'environnement. L'objectif de ce débat est d'associer aux décisions d'aménagement le grand public et des auditoires plus ciblés tels que les organisations socioprofessionnelles et les associations.

Le code de l'environnement institue également la Commission nationale du débat public (CNDP) qui doit être saisie par le maître d'ouvrage conformément aux dispositions de l'article L. 121-8 du code de l'environnement. La saisine de la CNDP s'effectue sur la base des seuils définis dans le tableau de l'article R. 121-1 du code de l'environnement ; la saisine est automatique si le projet d'éoliennes est d'un coût de bâtiments et d'infrastructures supérieur à 300 millions d'euros. Entre 150 et 300 millions d'euros, le porteur de projet doit rendre public le projet et a minima informer la CNDP des modalités de concertation, s'il ne souhaite pas la saisir. A noter que d'après le cahier des charges du premier appel d'offres portant sur les installations d'éoliennes en mer²⁵, cette saisine doit intervenir dans un délai de 6 mois suivant la notification du marché. La Commission nationale du débat public, autorité administrative indépendante, « est chargée de veiller au respect de la participation du public au processus d'élaboration des projets d'aménagement ou d'équipement d'intérêt national de l'Etat, des collectivités territoriales, des établissements publics et des personnes privées, relevant de catégories d'opérations dont la liste est fixée par décret en Conseil d'Etat, dès lors qu'ils présentent de forts enjeux socio-économiques ou ont des impacts significatifs sur l'environnement ou l'aménagement du territoire » (article L. 121-1 du code de l'environnement). Ainsi, la Commission nationale du débat public prend toutes les initiatives pour que le public soit informé des intentions des décideurs et qu'il puisse faire part de ses questions, observations et solutions alternatives. Ces initiatives pourront prendre la forme de réunions publiques d'information et de débats, de groupes de travail sur des thèmes que la Commission jugera prioritaires, de rencontres avec des acteurs particuliers, etc. L'objectif de ces discussions sera dans tous les cas la recherche d'un consensus, qui aboutira à une intégration du projet acceptée par tous les partis.

2.9.3. L'enquête publique

L'enquête publique est une procédure de consultation obligatoire préalable à l'autorisation d'un projet d'aménagement. Elle est conduite par un commissaire enquêteur ou par une commission d'enquête indépendante désignée par le président du Tribunal administratif. L'enquête publique a pour objectif « d'assurer l'information et la participation du public ainsi que la prise en compte des intérêts des tiers lors de l'élaboration des décisions susceptibles d'affecter l'environnement. Les observations et propositions recueillies au cours de l'enquête sont prises en considération par le maître d'ouvrage et par l'autorité compétente pour prendre la décision » (article L. 123-1 du code de l'environnement).

L'enquête publique se déroule pendant une durée donnée (en général 1 mois) durant laquelle le public peut consulter en mairie le dossier relatif au projet. Ce dossier contient notamment l'étude d'impact environnemental. Pendant cette

²⁵ Cahier des charges de l'appel d'offres n°2011/S 126-208873 portant sur des installations éoliennes de production d'électricité en mer en France métropolitaine émis le 11 juillet 2011.

2.9. L'étude d'impact et la participation du public

période, le public peut exprimer son point de vue par écrit ou auprès du commissaire-enquêteur, donner son ressenti par rapport au projet et faire part de suggestions ou contre-propositions. Des réunions peuvent également être organisées.

A l'issue de l'enquête, le commissaire-enquêteur remet un rapport à l'autorité compétente contenant ses conclusions et son avis (favorable, favorable avec condition(s) ou défavorable) concernant le projet. La décision finale de réaliser ou non le projet est rendue par l'autorité compétente sur la base des conclusions et de l'avis du commissaire-enquêteur. Cet avis n'a pas de portée prescriptive ; il existe toutefois un risque quant à une suspension en référé en cas de conclusions défavorables du commissaire-enquêteur ou de la commission d'enquête (article L. 123-16 du code de l'environnement).

Dans ce cadre, l'étude d'impact est un instrument de communication et de dialogue entre les différents partenaires concernés, d'où l'importance d'un document clair et compréhensible par tous. Cette clarté est d'autant plus requise que l'étude d'impact constitue la pièce maîtresse du dossier d'enquête publique. La concertation doit être considérée comme un outil de réussite du projet. Les échanges avec les acteurs du territoire permettront au porteur de projet de mieux cerner les enjeux et sensibilités du site, ses particularités, les attentes des riverains et usagers, et de construire un projet adapté.

La participation du public doit être continue tout au long de l'élaboration du projet. A chacune de ces étapes, une information de qualité, objective et vérifiable doit ainsi être transmise au public. Il convient que celle-ci traite des principaux sujets de préoccupation des habitants et des associations, replace l'éolien dans les grands enjeux du développement durable et apporte une méthodologie de concertation.

2.10. Rédaction et présentation de l'étude d'impact²⁶

2.10.1. Objectifs

Le dossier d'étude d'impact environnemental constitue un outil ayant pour but la préservation des écosystèmes, l'information du public et des services de l'État, et l'adaptation continue et itérative du projet à un environnement donné au gré des connaissances acquises. Il privilégie la clarté, la précision, la transparence et la lisibilité car c'est à travers lui que le maître d'ouvrage fait comprendre ses choix aux différents acteurs qui doivent se prononcer sur l'acceptabilité environnementale du projet. Le dossier répond aux critères suivants :

- Critères stratégiques liés à la planification et la compréhension (objectifs, public visé, limites des méthodes, distinction entre faits établis et jugements de valeur, entre engagements formels et possibilités, etc.) ;
- Critères structurels impliquant une organisation et une articulation logique des différents éléments du rapport pour en faciliter la lecture (plan de rédaction, uniformisation des styles d'écriture, choix du niveau de langage, lexique, liste des acronymes, annexes techniques, etc.) ;
- Critères rédactionnels liés à la communication des résultats (utilisation des termes précis, cartes et figures simples, lisibles et compréhensibles accompagnées des légendes et des échelles appropriées, etc.).

2.10.2. Recommandations pour la rédaction

Pour faciliter l'instruction de la demande d'autorisation, il est souhaitable de présenter le dossier sous le titre des rubriques énoncées dans le code de l'environnement, et de préférence dans l'ordre de leur énumération dans ce document (sauf pour certains thèmes transversaux, notamment ceux énoncés au 8° et au 9°). L'étude d'impact présente ainsi, de manière simple et lisible, l'essentiel de la démarche d'analyse et des conclusions. Les études techniques sont renvoyées en annexe.

Un soin tout particulier doit être apporté à la rédaction du **résumé non technique**. Le chapitre relatif à **l'analyse des méthodes** a également pour objectif de faciliter la compréhension par le public du contenu de l'étude d'impact. Ce chapitre consiste en une description détaillée des méthodes employées pour les investigations relatives à l'état initial du site et de son environnement, pour la prévision des impacts et les outils utilisés. Ce chapitre doit permettre une lecture critique de l'étude d'impact et mettre en évidence la rigueur et la neutralité de l'étude. Cela est tout particulièrement important pour les thèmes qui risqueraient d'être traités de manière subjective tels que le paysage.

Enfin, le maître d'ouvrage doit indiquer la dénomination précise et complète du ou des auteurs de l'étude, qu'il fasse appel ou non à des consultants spécialisés.

²⁶ Extrait du « Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens » (MEEDDM, 2010).

2.11. Etude d'incidences sur l'état de conservation des sites Natura 2000

2.11.1. Cadre général

Institué par les directives « Oiseaux²⁷ » et « Habitats²⁸ », le réseau Natura 2000 regroupe des sites naturels européens identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces sauvages, animales ou végétales et de leurs habitats. En France, le réseau Natura 2000 comprend 1753 sites soit 7 millions d'hectares, dont 4 millions d'hectares marins.

Natura 2000 vise à concilier préservation de la nature et préoccupations socio-économiques. En effet, la directive « Habitats » n'interdit pas le développement des activités humaines sur un site Natura 2000. Néanmoins, l'article 6.3. de cette directive dispose que « Tout plan ou projet non directement lié ou nécessaire à la gestion du site mais susceptible d'affecter ce site de manière significative, individuellement ou en conjugaison avec d'autres plans et projets, fait l'objet d'une évaluation appropriée de ses incidences sur le site eu égard aux objectifs de conservation de ce site » (articles L. 414-4 et L. 414-5 et R. 414-19 et suivants du code de l'environnement).



Figure 11. Grands dauphins (*Tursiops truncatus*) et puffins des Baléares (*Puffinus mauretanicus*), deux espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de sites Natura 2000 (sources : CRMM et LPO).

Cette évaluation d'incidences a pour but de vérifier la compatibilité du projet éolien en mer avec les objectifs de conservation du ou des sites Natura 2000 considéré(s). Plus précisément, il convient de déterminer si le projet peut avoir un effet significatif sur les habitats et les espèces végétales et animales ayant justifié la désignation du site Natura 2000. De ce fait, l'évaluation d'incidence doit être :

²⁷ Directive 2009/147/CE du Parlement et du Conseil du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages.

²⁸ Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.

- Ciblée : seuls les impacts du projet sur les espèces et habitats d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation du site Natura 2000 seront pris en compte ;
- Proportionnée : l'évaluation d'incidence doit être dimensionnée en fonction de l'importance du projet, de ses impacts potentiels et des enjeux de conservation des espèces et habitats présents ;
- Conclusive : l'évaluation des incidences doit formuler une conclusion sur l'atteinte ou non à l'intégrité du ou des sites Natura 2000 concerné(s).

S'il est établi à l'issue de cette étude d'incidence que le projet peut avoir des effets négatifs notables sur les espèces ou habitats d'intérêt communautaire, et ce malgré la mise en œuvre de mesures d'évitement ou de réduction des impacts, l'autorité décisionnaire s'opposera au projet (sauf cas particuliers définis à l'article 6.4. de la Directive « Habitat » : projet d'intérêt public majeur et sous certaines conditions). Seuls les projets qui démontreront une absence d'impact significatif pourront être autorisés.

2.11.2. Contenu de l'évaluation des incidences Natura 2000

Le code de l'environnement au travers des articles R. 122-2 et R. 414-19 dispose que, **sauf mention contraire, tout projet de production d'énergie en mer est soumis à une étude d'incidence Natura 2000, que le projet se trouve à l'intérieur ou à l'extérieur du périmètre d'un site Natura 2000**. Cependant, l'article R. 122-5 du code de l'environnement précise que « l'étude d'impact vaut étude d'incidences si elle contient les éléments exigés par l'article R. 414-23 » qui définit le contenu de l'étude d'incidence.

Pour satisfaire aux conditions de l'article R. 414-23 du code de l'environnement, l'étude d'incidences doit contenir les éléments suivants :

1. Localisation et description du projet

Cette étape comprend une description du projet ainsi qu'une représentation cartographique situant le projet par rapport aux périmètres du ou des sites Natura 2000 susceptibles d'être concernés (zones de protection spéciales ou zones spéciales de conservation). Lorsque le projet est localisé à l'intérieur du périmètre d'un ou plusieurs sites Natura 2000, un plan de situation détaillé est requis (localisation des aménagements, etc).

2. Évaluation préliminaire ou pré-diagnostic

Cette étape comprend :

- Une présentation générale du ou des site(s) Natura 2000 concerné(s) et leurs objectifs de conservation. L'objectif est de regrouper suffisamment d'éléments pour identifier le risque pouvant affecter les espèces ou

habitats ayant justifié la désignation d'un site Natura 2000. Il ne s'agit pas de décrire le(s) site(s) mais d'avoir une vision globale des enjeux de protection sur le(s) site(s) concerné(s). Ces informations sont accessibles dans le formulaire standard des données et dans le document d'objectifs (DOCOB) des sites Natura 2000 ;

- Un exposé sommaire mais argumenté des raisons pour lesquelles le projet est ou non susceptible d'avoir des incidences sur le ou les site(s) Natura 2000 concerné(s).

S'il peut être démontré à ce stade que le projet n'aura d'incidences sur aucun site Natura 2000, l'évaluation des incidences est achevée, sous réserve de validation par l'autorité administrative compétente et après consultation des organismes gestionnaires des sites concernés. Le dossier d'évaluation des incidences est dit « simplifié » puisqu'il ne contiendra que les étapes 1 et 2. A l'inverse, si l'évaluation préliminaire indique que le projet est susceptible d'affecter au moins un site, le dossier doit être complété par une analyse approfondie.

3. Analyse approfondie des incidences

S'il apparaît qu'il existe une probabilité d'incidences du projet sur un ou plusieurs sites Natura 2000, le dossier doit être complété par une analyse des différents effets du projet sur le(s) site(s). Il conviendra alors d'identifier le ou les sites Natura 2000 susceptibles d'être concernés (sites inclus dans l'aire d'influence du projet) en fonction de la nature et de l'importance de l'activité, de la localisation de l'activité à l'intérieur d'un site ou à sa proximité, de l'hydrographie, du fonctionnement des écosystèmes, des caractéristiques des habitats et espèces des sites concernés, etc...

Pour chaque site susceptible d'être impacté, il conviendra d'établir :

- Une **analyse de l'état initial** de la zone impactée : identification et expertise des espèces et habitats ayant justifié la désignation du site potentiellement menacés par la mise en œuvre du projet (pour chaque espèce et habitat concerné, il importe de présenter son état de conservation, sa sensibilité, l'importance du site pour la conservation de ces habitats et espèces, de décrire le fonctionnement écologique du site, etc.) et cartographie des habitats d'intérêt communautaire et des habitats d'espèces d'intérêt communautaire. Ces éléments s'appuient sur les éléments de connaissances contenus dans le document d'objectifs du site et sur les inventaires et analyses effectués lors de l'étude d'impact. Les éléments recueillis dans le cadre de l'étude d'impact relatifs aux caractéristiques physiques de la zone étudiée pourront faciliter l'appréciation des incidences du projet sur les sites Natura 2000 et méritent d'être présentés dans le cadre de l'analyse de l'état initial ;
- Une **analyse des effets** temporaires ou permanents, directs ou indirects, que le projet peut avoir, individuellement ou en raison de ses effets cumulés avec d'autres projets, sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces ayant justifié la désignation du ou des site(s).

Pour apprécier correctement la nature de l'impact et son caractère significatif, il importe d'analyser les interactions entre les pressions du projet (description des effets, quantification des incidences, etc.) et les caractéristiques structurelles et fonctionnelles des habitats et espèces (réalisées dans le cadre de l'état initial : leur état de conservation, leur sensibilité, leur caractère prioritaire, etc.).

Les méthodes d'évaluation des impacts sur les espèces et habitats marins présentées dans les paragraphes précédents (évaluation réalisée dans le cadre de l'étude d'impact) sont également applicables à l'évaluation des incidences Natura 2000 des projets éoliens. **Cependant, si la méthode est la même, l'analyse est à conduire vis à vis des objectifs de conservation du ou des sites concernés, en se focalisant sur les espèces et habitats ayant justifié la désignation d'un site Natura 2000.**

L'évaluation des incidences peut étudier l'ensemble des effets cumulés en tenant notamment compte des éléments de l'état initial établi dans le cadre de l'étude d'impact. L'étude des éventuels effets cumulés tient compte des effets des activités :

- Existantes à la date de proposition à la Commission européenne s'il s'agit d'un site de la directive « Habitats, faune flore » ou à la date de désignation d'une zone de protection spéciale au titre de la directive « Oiseaux » ;
- Faisant déjà l'objet d'une demande à la date du dépôt.

L'analyse approfondie doit conclure sur la nature de l'impact (significatif et dommageable ou non) de la mise en œuvre du projet sur chacun des sites Natura 2000 concernés. Si, à ce stade, l'analyse démontre l'absence d'atteinte aux objectifs de conservation du ou des sites concernés, l'évaluation est achevée, sous réserve de validation par l'autorité administrative compétente. S'il s'avère que certaines espèces ou habitats d'intérêt communautaire seront impactés de manière significative par la mise en œuvre du projet, il sera nécessaire de proposer et de décrire les mesures spécifiques de suppression ou de réduction des effets significatifs dommageables envisagées pour annuler ou réduire les incidences.

4. Mesures d'évitement et de réduction des incidences

Si un doute persiste sur l'absence d'atteinte aux objectifs de conservation, il convient d'intégrer des mesures de corrections pour supprimer ou atténuer les effets du projet. Ces mesures peuvent être de plusieurs ordres : réduction de l'envergure du projet, précaution pendant la phase de travaux, techniques alternatives etc.

Des mesures compensatoires peuvent également être mises en œuvre si et seulement si les deux conditions suivantes sont réunies :

- Il n'existe pas de solution alternative ;
- Le projet est déclaré d'intérêt public majeur.

Si les mesures envisagées permettent de conclure à l'absence d'atteinte aux objectifs de conservation d'un ou plusieurs sites Natura 2000, l'évaluation des

incidences est achevée, sous réserve de validation par l'autorité administrative compétente (après consultation des organismes gestionnaires des sites concernés).

5. Cas où le projet aurait encore des effets significatifs : demande de procédure dérogatoire (L. 414-VII)

Dans le cas où les mesures de suppression et de réduction ne permettraient pas d'effacer l'effet significatif, le porteur de projet doit joindre à son dossier :

- Une analyse des solutions alternatives à celle retenue et les raisons pour lesquelles elles ne peuvent être mises en œuvre ;
- Un argumentaire permettant de démontrer les raisons impératives d'intérêt public majeur conduisant à la nécessité d'adopter le projet ;
- La proposition des mesures qui permettront de compenser les atteintes significatives aux objectifs de conservation des sites Natura 2000.

Les objectifs de conservation étant différent d'un site à l'autre, il est nécessaire de conduire l'évaluation d'incidence site par site. Une évaluation commune présentée dans un seul et même dossier peut toutefois se concevoir si les différents sites ont des objectifs de conservation identiques et le projet des effets similaires vis-à-vis des différents sites Natura 2000.

Des informations relatives aux différents outils pratiques pour la réalisation de l'évaluation d'incidence Natura 2000 et où les trouver sont disponibles au paragraphe 3.2. de ce guide.

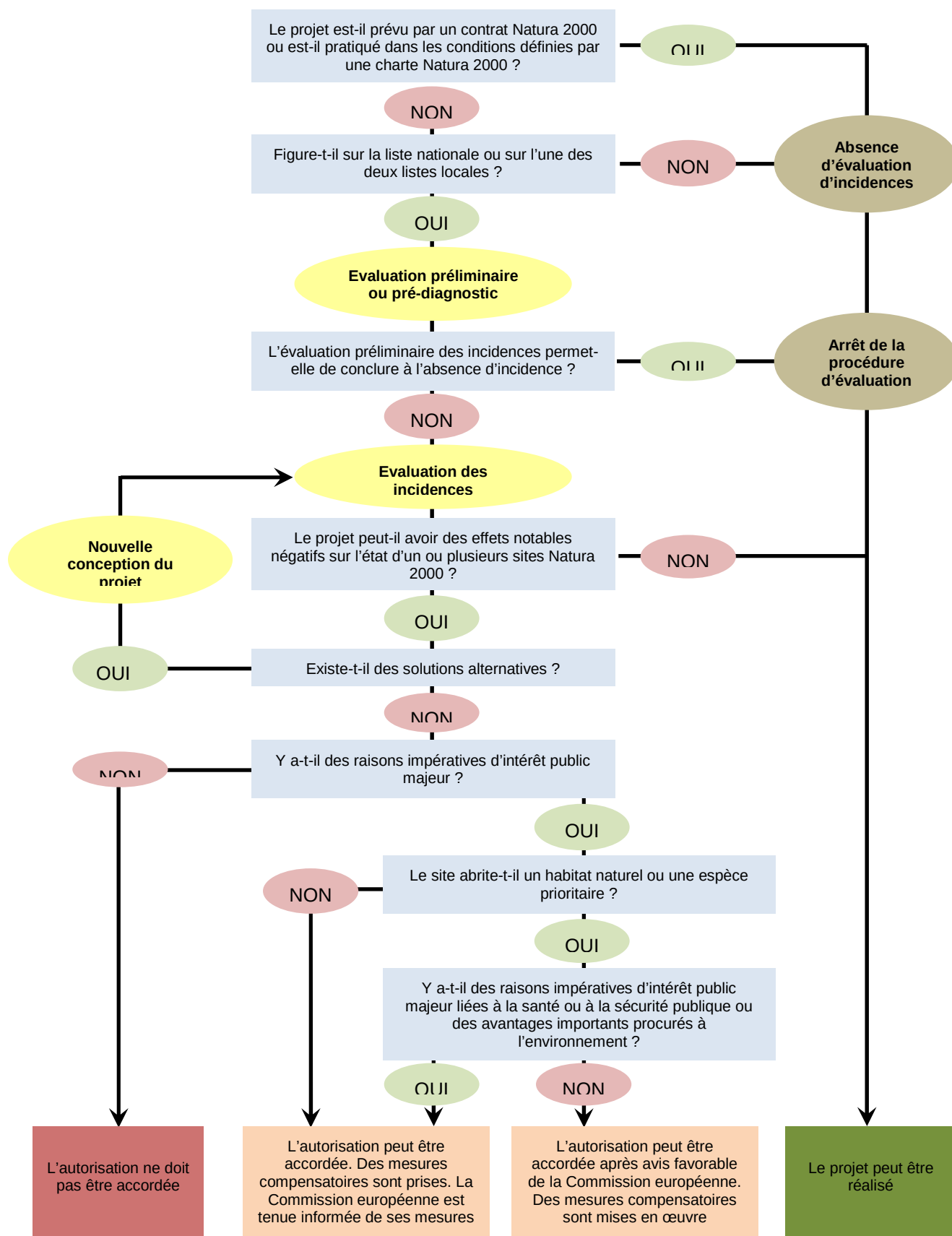


Figure 12. Schéma récapitulatif de l'étude d'incidences Natura 2000

3. « BOITE A OUTILS »

3.1. Synthèse des études à réaliser lors de l'analyse de l'état initial

3.1. Synthèse des études à réaliser lors de l'analyse de l'état initial

Compartiment	Composante à étudier	Critères à évaluer
Milieu physique	Conditions océanographiques	Courantologie, houle, vents, marées
	Nature et structure des fonds marins	Géologie, morpho-bathymétrie, morpho-sédimentologie
	Bruit ambiant	Caractérisation statistique du bruit ambiant existant, empreinte sonore du projet
	Qualité physico-chimique du substrat	Granulométrie, COT, % de matière sèche (organique et minérale), densité, teneur en métaux (Al, As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn), N et P, PCB, HAP, composés organostanniques
	Qualité physico-chimique des eaux	MES, matières inhibitrices, azote total, phosphore total, composés organohalogénés absorbables sur charbon actif, métaux et métalloïde, hydrocarbure, COT, O ₂ dissous, pH
	Qualité de l'air	Polluants réglementés (http://www.developpement-durable.gouv.fr/Normes-et-valeurs-limites.html) et PM _{2,5}
Milieu biologique	Plancton ²⁹	Turbidité, teneur en sels nutritif, Chlorophylle a, variabilité saisonnière et interannuelle
	Habitats benthiques	Nature et état écologique des habitats, composition spécifique (nombre d'espèces, abondance et biomasse spécifique, habitats/espèces remarquables), structure et caractérisation des peuplements, distribution géographique, variabilité temporelle naturelle
	Poissons et mollusques	Richesse et diversité spécifique, abondance, biomasse, structure des peuplements, utilisation des habitats, liens fonctionnels, variabilité saisonnière et interannuelle
	Mammifères marins	Diversité, abondance, utilisation des habitats, liens fonctionnels, interférences hydroacoustiques avec les installations, variabilité saisonnière et interannuelle
	Avifaune	Diversité, abondance, utilisation des habitats, liens fonctionnels, variabilité saisonnière et interannuelle
	Chiroptères	Diversité, abondance, utilisation des habitats, liens fonctionnels, variabilité saisonnière et interannuelle
Paysage et patrimoines ³⁰	Paysage	Perception visuelle, présence de reliefs, d'eau, de végétal, organisation du territoire et des usages, patrimoine
	Patrimoine écologique	Localisation des sites d'intérêt, nature, richesse naturelle (habitat et espèces présentes, statuts de protection), fonctionnalité, enjeux de conservation

²⁹ L'impact d'un parc éolien en mer sur le plancton est limité ; l'étude de cette composante doit être proportionnée en fonction des enjeux.

³⁰ Non détaillé dans ce guide

3.1. Synthèse des études à réaliser lors de l'analyse de l'état initial

Compartiment	Composante à étudier	Critères à évaluer
Activités et usages ³¹	Patrimoine archéologique marin	Localisation des sites d'intérêt, description de la nature de ces sites
	Usages halieutiques	Organisation, enjeux socio-économiques et pratiques de l'activité sur la zone d'étude et le territoire (ensemble de la filière), ressources présentes et débarquées
	Navigation maritime	Organisation des activités de transport
	Navigation aérienne	Organisation des activités
	Extraction de granulats, de ressources minérales, immersion des sédiments de dragage	Organisation en mer de l'activité existante, localisation des zones exploitées, des zones en cours d'instruction, et des zones de permis de recherche
	Activités de loisir	Organisation des activités de plongée et de plaisance
	Tourisme	Activités touristiques du territoire, organisation spatiale et temporelle de la fréquentation, économie liée au tourisme
Contexte local ³²	Réglementation et servitudes	Localisation des réglementations et zones de servitude locales
	Organisation du territoire et des ressources	Documents de planification et de gestion : SMVM (prévus par l'article 57 de la loi n°83-8 du 7 janvier 1983), SDAGE (articles L. 212-1 et L. 212-2), SAGE (articles L. 212-3 à L. 212-6), Contrat de Baie, ou volet littoral d'un SCOT, PAMM Plans, schémas, programmes et autres documents de planification soumis à évaluation des incidences Natura 2000 au titre de l'article L. 414-4, à l'exception des documents régis par le code de l'urbanisme Chartes des parcs nationaux prévues par l'article L. 331-3 Document stratégique de façade Textes et servitudes applicables au territoire concerné : Loi littoral, Plan de prévention des risques, etc

³¹ non détaillé dans ce guide

³² non détaillé dans ce guide

3.2. Informations à collecter dans le cadre de l'étude d'impact et où les trouver

Les sources de données présentées ci-dessous sont indicatives et la liste n'est en aucun cas exhaustive. Il est nécessaire de se renseigner localement sur les organisations susceptibles de fournir des informations utiles.

Phase	Thématique	Information recherchée Données à collecter	Source/organisme référent	Accessibilité de l'information
Cadrage préalable	Contexte local	DTADD PAMM DSF SMVM Contrats de baie SAGE/SDAGE	Préfecture Collectivités territoriales ADEME DREAL DDTM DIRM	

3.2. Informations à collecter dans le cadre de l'étude d'impact et où les trouver

Phase	Thématique	Information recherchée Données à collecter	Source/organisme référent	Accessibilité de l'information
	Servitudes	Champs de tir et polygone d'isolement Zone marine réglementée Servitudes défensives Servitudes radioélectriques Zones interdites (P), réglementées (R) ou dangereuses (D) pour la navigation aérienne Aéronefs Champs de vue des sémaphores Amers, feux, phares et balises	Ministère de la Défense Préfecture Marine Nationale (Commandement des Forces Aeronavales) PREMAR SHOM DIRM Direction centrale du Génie Militaire Ministère en charge de l'Equipement et des Transport Autorité militaire régionale compétente (section « Environnement aéronautique ») Direction régionale de l'aviation civile (section « Planification-environnement sureté ») Bureau Central Interministériel de Documentation sur les Servitudes Radioélectriques (BCIDSR) CASSIC (section « Servitudes radioélectriques ») TDF Agence nationale des fréquences (section « sites et servitudes »)	
	Navigation maritime	Localisation des ports Localisation des grandes voies de navigation Balisage	capitaineries, sémaphores, DIRM, SHOM, CETMEF recommandations de l'AIMS www.marinetraffic.com	

3.2. Informations à collecter dans le cadre de l'étude d'impact et où les trouver

Phase	Thématique	Information recherchée Données à collecter	Source/organisme référent	Accessibilité de l'information
	Milieus naturels	ZNIEFF Parc naturel marin Réserves naturelles Réserves halieutiques Parcs nationaux et régionaux ayant une partie marine Zone Natura 2000 Sites du Conservatoire du littoral APB Autres statuts d'AMP issues de conventions nationales et internationales Habitats marins remarquables	DREAL, DIRM AAMP et gestionnaires d'AMP locaux, INPN, MNHN Associations naturalistes (LPO, Bretagne vivante, etc.) Conservatoire du littoral IFREMER (réseau REBENT)	Libre
	Paysage et patrimoine	Sites inscrits et classés Secteurs sauvegardés	DREAL, SDAP DRAC	

3.2. Informations à collecter dans le cadre de l'étude d'impact et où les trouver

Phase	Thématique	Information recherchée Données à collecter	Source/organisme référent	Accessibilité de l'information
	Activités humaines	Activités économiques et touristiques Usage de la mer	DIRM DDTM Collectivités territoriales PREMAR DPMA IFREMER (outil Sextant) Comités des pêches maritimes et des élevages marins Organisations de producteurs Grande commission nautique du SHOM	
Analyse de l'état initial et suivi environnemental	Condition océanographique	Courantologie Houle Vents Marées	IFREMER (outil CERSAT) CETMEF Brest (base ANEMOC) PREVIMER (www.previmer.org) Météo France SHOM	Les données de la base ANEMOC sont payantes quand elles sont mises à disposition aux acteurs privés. Une demande doit être effectuée auprès du pôle hydraulique (direction de l'Ingénierie) du CETMEF
	Nature des fonds	Géologie Morpho-bathymétrie Morpho-sédimentologie	IFREMER (outil Sextant notamment) AAMP BRGM SHOM	L'outil Sextant de l'IFREMER est libre d'accès : www.ifremer.fr/sextant/fr/
	Topographie et géomorphologie terrestre	Géologie Pédologie Topographie	IGN BRGM	

3.2. Informations à collecter dans le cadre de l'étude d'impact et où les trouver

Phase	Thématique	Information recherchée Données à collecter	Source/organisme référent	Accessibilité de l'information
	Habitats benthiques	Composition faunistique des communautés, (diversité spécifique, abondance, biomasse), nature et localisation des habitats (présence d'habitats remarquables), utilisation de l'habitat par les espèces présentes	IFREMER (réseau REBENT) Stations marines AAMP, MNHN Comités des pêches maritimes et des élevages marins DREAL, DIRM	
	Poissons et mollusques	Richesse et diversité spécifique, abondance, biomasse, structure des peuplements, utilisation de l'habitat	Comités des pêches maritimes et des élevages marins DPMA IFREMER (SIH, atlas CHARM notamment) AAMP, DREAL, DDTM, MNHN, DIRM	Accessibilité sous conditions en fonction du type d'information
	Mammifères marins	Espèces présentes, abondance, utilisation de l'habitat	Observatoire PELAGIS (ex-CRMM) Référénts régionaux du réseau national d'échouage AAMP et gestionnaires d'AMP locaux MNHN	
	Avifaune	Diversité, abondance, utilisation de l'habitat	AAMP et gestionnaires d'AMP locaux MNHN CEBC Chizé DREAL Associations naturalistes, (LPO, Bretagne vivante, etc.) GISOM	

3.2. Informations à collecter dans le cadre de l'étude d'impact et où les trouver

Phase	Thématique	Information recherchée Données à collecter	Source/organisme référent	Accessibilité de l'information
	Chiroptères	Diversité, abondance, utilisation de l'habitat	DREAL Associations naturalistes, (LPO, Bretagne vivante, etc.)	
	Patrimoine écologique	ZNIEFF	DREAL AAMP et gestionnaires d'AMP locaux DDTM, DIRM MNHN Conservatoire du littoral www.developpement-durable.gouv.fr/-Natura-2000,2414-.html	
		Parcs Naturels Marins	AAMP et gestionnaires d'AMP locaux	
		Aires marines protégées	AAMP et gestionnaires d'AMP locaux	
		Sites Natura 2000	DREAL (www.developpement-durable.gouv.fr/-Natura-2000,2414-.html)	
		Réserves naturelles	DREAL	
		Site du conservatoire du littoral	Conservatoire du littoral	
	Patrimoine culturel	Vestiges archéologiques Sites classés	SHOM DRASSM, DRAC DREAL	

3.2. Informations à collecter dans le cadre de l'étude d'impact et où les trouver

Phase	Thématique	Information recherchée Données à collecter	Source/organisme référent	Accessibilité de l'information
	Activités maritimes professionnelles	Pêche maritime professionnelle et élevages marins Organisation des pratiques de navigation Organisation des pratiques d'activités de loisir Extraction de matériaux Servitudes	DPMA Comités des pêches Organisations professionnelles RICEP capitaineries, sémaphores, DIRM, CETMEF, SHOM IFREMER, DREAL Marine Nationale, Préfecture, PREMAR, DDTM/DML Police de l'eau	Accessibilité sous conditions en fonction du type d'information

3.2. Informations à collecter dans le cadre de l'étude d'impact et où les trouver

Phase	Thématique	Information recherchée Données à collecter	Source/organisme référent	Accessibilité de l'information
Evaluation d'incidence Natura 2000	Evaluation d'incidence Natura 2000	Localisation des sites DOCOB validés Formulaire standard des données Habitats et espèces Natura 2000	AAMP, DIRM, DREAL Opérateurs/animateurs des sites concernés DDTM : Outils cartographique Carmen Ministère en charge de l'écologie http://cartelie.application.i2/cartelie/voir.do?c arte=Natura2000&service=DGALN Site de la commission européenne : http://natura2000.eea.europa.eu/# MNHN (http://inpn.mnhn.fr/isb/naturaNew/searchNatura2000.jsp) Site internet Natura 2000 : http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Natura-2000,2414.html) Référentiel pour la gestion des sites Natura 2000 en mer – Tome 2 « Les habitats et les espèces Natura 2000 en mer » http://airesmarines.org/upload/docs dossier s/TOME_2_Les HABITATS et les%20 ESPECES_Natura_2000_en_mer_V2_com p.pdf Cahiers d'habitat (habitat côtier) http://natura2000.environnement.gouv.fr/habitats/cahiers2.html	

3.3. Autres sources d'informations utiles

La liste ci-dessous propose un inventaire **non exhaustif** des différents documents, sites internet et bases de données contenant des informations utiles à la réalisation d'une étude d'impact environnemental.

Guides et rapports

- BSH, 2007. Standard. Investigation of the Impacts of Offshore Wind Turbines on the Marine Environment (StUK 3). Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, BSH-Nr. 7003, 57 p.
- Carlier, A., Delpech, J.-P. 2011. Impacts des câbles sous-marins sur les écosystèmes côtiers. Cas particulier des câbles électriques de raccordement des parcs éoliens offshore (compartiments benthiques et halieutiques). Rapport Ifremer RST - DYNECO/EB/11-01/AC. 59 pp.
- CEREMA (ex-CETMEF). Suivi environnemental des aménagements portuaires et littoraux. http://www.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/AGj_Web_C12-02_SuiviEnvironnemental230113_signe_cle2a912a.pdf
- CEREMA (ex-CETMEF), 2010. Canalisations et câbles sous-marins - État des connaissances. Préconisations relatives à la pose, au suivi, et à la dépose de ces ouvrages sur le Domaine Public Maritime Français, 176 p.
- DBEIS, 2013. Guidance on Offshore Energy Strategic Environmental Assessment (SEA): An overview of the SEA process. Department for Business, Energy & Industrial Strategy. Department for Business, Energy & Industrial Strategy.
<https://www.gov.uk/guidance/offshore-energy-strategic-environmental-assessment-sea-an-overview-of-the-sea-process>
- Noordzeeloket, 2015. Framework for assessing ecological and cumulative effects of offshore wind farms. Part A: methods. Ministry of Economic Affairs of the Netherlands.
- Noordzeeloket, 2015. Framework for assessing ecological and cumulative effects of offshore wind farms. Part B: Description and assessment of the cumulative effects of implementing the Roadmap for Offshore Wind Power. Ministry of Economic Affairs of the Netherlands.
- MEDDE, 2012. Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) – Définition du « Bon Etat Ecologique » (BEE, article 9) – Rapport final descripteurs 1 et 2, 71 p. Disponible à l'adresse suivante :
http://www.ifremer.fr/dcsmm/content/download/59188/815062/file/DCSMM_BE_E_D1-D2_rapport_synthese_V20120323.pdf

3.3. Autres sources d'informations utiles

-
- MEDDE, 2012. Energies Marines Renouvelables – Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques – Version 2012, 342 p. Disponible en ligne à l'adresse suivante : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/120615_etude_version_finale.pdf
 - MEEDDM, 2010. Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens - Actualisation 2010. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, 188 p.
 - MEEDDM, 2010. Guide pour l'évaluation des incidences des projets d'extraction de matériaux en mer sur les sites Natura 2000. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, 151 p.
 - Michel P., 2001. L'étude d'impact sur l'environnement. Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, 154 p.
 - OSPAR, 2008. OSPAR Guidance on Environmental Considerations for Offshore Wind Farm Development. OSPAR Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic, 19 p.
 - UICN, 2012. Développement des énergies marines renouvelables et préservation de la biodiversité - Synthèse bibliographique et recommandations. UICN, 104 p.
 - Le document d'accompagnement de l'arrêté relatif à la définition du bon état écologique des eaux marines, ainsi que les programmes de surveillance et de mesures définir dans le cadre du plan d'action pour le milieu marin sont également une source pertinente d'informations concernant les suivis à mettre en place dans le cadre de l'étude d'impact environnemental.
<http://sextant.ifremer.fr/fr/web/dcsmm/pamm>

Documents réglementaires

- Arrêté du 17 décembre 2012 relatif à la définition du bon état écologique des eaux marines
(<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000026864150&dateTexte=&categorieLien=id>)
- Arrêté du 17 décembre 2012 relatif aux critères et méthodes à mettre en œuvre pour l'élaboration de l'évaluation initiale du plan d'action pour le milieu marin
(<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000026864187&dateTexte=&categorieLien=id>)
- Arrêté du 18 décembre 2012 relatif aux critères et méthodes à mettre en œuvre pour l'élaboration des objectifs environnementaux et indicateurs

3.3. Autres sources d'informations utiles

associés du plan d'action pour le milieu marin
(<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000026864221&dateTexte=&categorieLien=id>)

- Arrêté du 3 juin 2011 portant identification des catégories d'aires marines protégées entrant dans le champ de compétence de l'Agence des aires marines protégées
(<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000024313030>)

Sites internet

- SIG EMR du CEREMA (ex-CETMEF) (données réglementaires, socio-économiques, techniques, défense maritime et aérienne) : <http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/cartographie-en-ligne-a289.html>
- Site internet de l'IFREMER :
 - Protocole recommandé par l'IFREMER pour la réalisation des études d'impacts et de surveillance des projets de sites d'implantation d'énergie renouvelable en mer : <http://wwz.ifremer.fr/drogm/Cartographie/Plateau-continental/Implantation-d-eoliennes/Protocole>
 - Données géologiques sur les sites propices à l'installation d'éoliennes en mer : <http://wwz.ifremer.fr/drogm/Cartographie/Plateau-continental/Implantation-d-eoliennes/Donnees-geologiques>
 - Informations sur les matériaux marins : wwz.ifremer.fr/drogm/Ressources-minerales/Materiaux-marins
- ARCHIMER, le site des archives institutionnelles de l'IFREMER : <http://archimer.ifremer.fr/>
- Site internet du projet EquiMar qui propose également des protocoles d'évaluation des impacts environnementaux des EMR : <http://www.equimar.org/>
- Site Environnement Littoral de l'Ifremer, en collaboration avec les Agences de l'eau Loire-Bretagne et Adour-Garonne (données des suivis DCE concernant la qualité de l'eau dans les différents bassins) :
 - http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce/a_dce_par_bassin/bassin_loire_bretagne/fr
 - http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce/a_dce_par_bassin/bassin_adour_garonne/fr
- Programme CARTHAM de l'AAMP : <http://www.aires-marines.fr/Connaitre/Habitats-et-especes-benthiques/Inventaire-des-habitats-marins-patrimoniaux>

Bases de données

- Base de données Quadriges de l'IFREMER : elle contient des données issues du Réseau littoral de surveillance géré par l'IFREMER et du programme de surveillance des effets des centres de production nucléaire d'électricité installés sur le littoral (IGA). La base Quadriges contient des résultats sur la plupart des paramètres physiques, chimiques et biologiques de description de l'environnement. Les premières données datent de 1974 pour la qualité

3.3. Autres sources d'informations utiles

générale et les contaminants, 1987 pour le phytoplancton et les phycotoxines, 1987 pour la microbiologie. Mises à jour en permanence, les données sont accessibles librement via un site web : <http://envlit.ifremer.fr/resultats/surval>

- Serveur de données géoréférencées marines SEXTANT de l'IFREMER: il contient un catalogue de données géoréférencées sur le domaine marin (qualité des eaux, habitats, halieutique, géosciences, etc.). La plupart des données sont accessibles au grand public, d'autres nécessitent une demande d'autorisation. Ces données sont consultables directement sur le site <http://www.ifremer.fr/sextant/fr/web/quest/accueil>
- Bases de données de la DPMA : la DPMA possède de nombreuses informations concernant les ressources halieutiques et l'activité de pêche en France qui peuvent être mise à la disposition du porteur de projet (données déclaratives, données de vente, données VMS, etc.). La demande d'accès à ces données doit être faite directement à la DPMA. La DPMA peut également, sur demande, réaliser un certains nombres d'analyses spécifiques afin de fournir des éléments « sur-mesures » (dans le respect de la réglementation en vigueur concernant la confidentialité des données). Ces analyses sont toutefois payantes et à la charge du porteur de projet.
- Base de données du Système d'Information Halieutique (SIH) de l'IFREMER : <http://sih.ifremer.fr/>
Données sur les flottilles : http://www.ifremer.fr/drvrhbr/action_recherche/synthese-pecheries/
Données sur les campagnes à la mer : <http://www.ifremer.fr/SIH-indices-campagnes/>
Environnement littoral : <http://www.envlit.ifremer.fr/>

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

Les protocoles proposés ci-dessous sont issus de la littérature ou de recommandations émises par des organismes de recherche et concernent uniquement le milieu naturel. Ils n'ont pas de valeur prescriptive et n'ont vocation qu'à orienter les maîtres d'ouvrage vers une méthodologie d'échantillonnage. Ils peuvent être modifiés et doivent systématiquement être adaptés au cas d'étude, renforcés ou allégés en fonction des enjeux, de la sensibilité des milieux identifiés en amont et des appréciations de l'autorité environnementale.

L'échelle spatiale d'observation et la durée d'étude sont notamment à définir au cas par cas, en fonction :

- Du compartiment étudié ;
- De l'étendue géographique ;
- Des enjeux écologiques définis sur la zone ;
- De la bibliographie disponible.

De fait, les données acquises durant l'analyse de l'état initial et le suivi en phase opérationnelle peuvent aider à déterminer l'intensité (durée et périodicité) du suivi à mettre en place après le démantèlement du parc.

Il faut également souligner l'importance de garantir la compatibilité et la standardisation des protocoles mis en œuvre, afin d'assurer la validité scientifique et l'inter-comparaison des données collectées durant les phases d'analyse de l'état initial et de suivi. Pour cela, il est important de se rapprocher des organismes scientifiques compétents.

La concertation avec les organismes scientifiques est également encouragée dans le cadre de la mise en place de stratégie d'échantillonnage permettant de valoriser les données collectées (intégration au SINP mer, inter-comparaison avec les données issues des programmes de recherche, etc.).

A noter que dans un guide paru début 2013 (Suivi environnemental des aménagements portuaires et littoraux) le CEREMA (ex-CETMEF) propose également des protocoles de suivi de paramètres physiques (houle, courantologie, batymétrie-topographie, géomorphologie), chimiques (qualité des eaux littorales et des sédiments) et biologiques (avifaune, mammifères marins, poissons, macrozoobenthos, algues). Ces protocoles, bien que rédigés dans le cadre d'aménagements portuaires, peuvent apporter des informations utiles et adaptables à l'environnement des parcs éoliens en mer.

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

Protocoles proposés :

- Analyse du milieu physique
 - Conditions océanographiques,
 - Nature et structure des fonds marins,
 - Bruit ambiant sous-marin (protocole de caractérisation du bruit ambiant sous-marin et des sources sonores générées),
 - Paramètres physico-chimiques.
- Analyse du milieu biologique
 - Habitats benthiques,
 - Poissons et mollusques,
 - Mammifères marins (protocoles d'observation par transects aériens, par bateau et par acoustique passive, protocole d'observation des colonies),
 - Avifaune (protocoles d'observation par transects aériens, par bateau, radars et par capteurs multiples, protocole d'observation des colonies),
 - Chiroptères,
 - Usages halieutiques.

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.1. Conditions océanographiques (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.1. Conditions océanographiques (à adapter en fonction des spécificités locales)

Objectif :

La présence d'éoliennes en mer est susceptible de modifier l'hydrodynamisme sur une étendue plus ou moins vaste autour des installations. L'analyse des conditions océanographiques avant projet permet d'établir un état de référence « E_0 », puis de prédire les perturbations localement induites par le projet sur les différents régimes hydrodynamiques et sédimentaires. La connaissance de la courantologie peut alimenter l'évaluation de la dispersion des panaches turbides induits par certaines opérations de travaux.

Le suivi des paramètres océanographiques durant les phases de construction, d'exploitation et de démantèlement permet d'évaluer l'incidence du projet sur le climat général de la houle et des courants. Le suivi post-démantèlement permettra enfin d'évaluer le retour vers l'état de référence « E_0 ».

Ces données peuvent être utilisées dans le cadre d'une réflexion sur les perturbations à plus grande échelle et notamment sur l'influence potentielle du projet sur le trait de côte.

Périmètre de l'étude :

L'échelle d'analyse de l'état initial doit permettre de couvrir l'aire d'étude rapprochée où le projet peut potentiellement créer un risque de perturbations significatives des conditions océanographiques. Si ces perturbations sont susceptibles de s'étendre au-delà de l'aire d'étude rapprochée, les données nécessaires sur l'aire d'étude éloignée peuvent être obtenues par modélisation ou à partir de données existantes.

Durée / Périodicité :

L'analyse de l'état initial repose sur une campagne d'acquisition de données, existantes ou *in situ*, sur au moins une année avant le début des travaux (une durée de deux ans est toutefois recommandée afin de s'affranchir de la variabilité naturelle interannuelle des paramètres). Les mesures sont à effectuer au moins une fois par saison.

Le suivi doit se faire durant toute la phase de construction, d'exploitation et de démantèlement du parc éolien en mer. Les mesures doivent être collectées tout au long de l'année.

Données à collecter :

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.1. Conditions océanographiques (à adapter en fonction des spécificités locales)

Pour la houle :

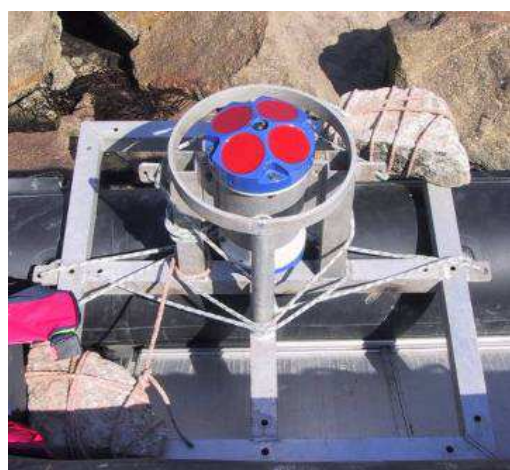
- Hs : hauteur significatif des vagues ;
- Ts : période significative des vagues ;
- Θ_p : direction moyenne du pic.

Pour le courant :

- Vitesse et direction des courants à un niveau donné (au fond ou en surface) ;
- Vitesse et direction des courants (moyennées sur la verticale) ;
- Profil vertical des vitesses et de la direction des courants.

Méthodologie :

Figure 13 : Acoustic Doppler Current Profile (source : Astérie)



Pour la houle, il est possible de collecter des mesures *in situ* grâce à un houlographe, ou via l'outil CANDHIS du CETMEF, des mesures satellitaires (outil CERSAT de l'IFREMER - Météo France) ou issues de modélisation numérique (ex. : modèle HINDCAST d'EDF-LHNE, ANEMOC du CETMEF). Le choix des stations de mesure dépend des spécifications locales (enjeux écologiques, étendue géographique, etc.) et du type d'aménagement. Le nombre de stations dépend des objectifs de précision des données.

Pour la courantologie, à l'échelle de précision requise à la réalisation de modélisation, il est généralement nécessaire de procéder à des acquisitions de données *in situ*. Les mesures peuvent être soit des mesures ponctuelles issues de courantomètres classiques, soit des mesures de profils réalisées à l'aide d'ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*). Pour d'avantage de précision des modèles, des données d'entrée complémentaires aux mesures de courantologie sont souhaitables (bathymétrie, houles et vents).

Présentation des résultats :

Pour la houle :

- Histogrammes des différents paramètres ;
- Corrélogrammes (corrélation entre 2 signaux, ex. : corrélation Hs/Ts pour la cambrure de la houle) ;
- Période de retour des événements extrêmes.

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.1. Conditions océanographiques (à adapter en fonction des spécificités locales)

Pour le courant : modélisation des courants simulés sur la zone du projet pour une marée de vive-eau exceptionnelle :

- En surface et au fond au maximum de flot ;
- En surface et au fond au maximum de jusant.

Sources :

CETMEF, à paraître. Suivi environnemental des aménagements portuaires et littoraux. Disponible début 2013 sur le site du CETMEF (<http://www.cetmef.developpement-durable.gouv.fr>)

Association internationale de Recherche Hydraulique, 1986. Paramètres des états de mer. Association Permanente des Congrès de Navigation, Belgique, 24 p.

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.1. Conditions océanographiques (à adapter en fonction des spécificités locales)

CONDITIONS Océanographiques	Analyse de l'état initial	Suivi durant les phases opérationnelles			Suivi post-démantèlement
		Construction	Exploitation	Démantèlement	
Objectifs	Définir l'état « E0 » du site	Évaluer l'impact de la phase de construction	Évaluer l'incidence du projet	Évaluer l'impact de la phase de démantèlement	Évaluer le retour vers l'état de référence « E ₀ »
Périmètre de l'étude	Aire d'étude rapprochée, voire aire d'étude éloignée si les perturbations sont susceptibles de s'étendre				
Durée de l'étude	Min. : 1 an Recommandée : 2 ans	Durant toute la période de construction	Durant toute la période d'exploitation	Durant toute la période de démantèlement	A définir en fonction des enjeux
Périodicité recommandée	Saisonnière				
Données à collecter	<u>Houle</u> : Hs : hauteur significatif des vagues / Ts : période significative des vagues / Θ_p : direction moyenne du pic. Analyse vague par vague (paramètres généraux normalisés) ou analyse spectrale (paramètres spectraux) <u>Courant</u> : vitesse et direction des courants à un niveau donné (au fond et en surface) / vitesse et direction des courants (moyennées sur la verticale) / profil vertical des vitesses et de la direction des courants.				
Méthodologie	<u>Houle</u> : collecte de mesures <i>in situ</i> par houlographe ou via l'outil CANDHIS du CETMEF, mesures satellitaires (outil CERSAT de l'IFREMER - Météo France) ou modélisation numérique (ex. : modèle HINDCAST d'EDF-LHNE, ANEMOC du CETMEF) <u>Courant</u> : acquisition de données issues de modélisation (champ de vitesse 2D ou 3D, ex. : modèle TELEMAC 2D) ou mesure <i>in situ</i> (ADCP, courantomètre fixe ou tracté par un bateau)				
Présentation des résultats	<u>Houle</u> : histogrammes des différents paramètres et corrélogrammes (corrélations entre 2 signaux, ex. : corrélation Hs/Ts pour la cambrure de la houle), période de retour des événements extrêmes. <u>Courant</u> : modélisation des courants simulés sur la zone du projet pour une marée de vives-eaux exceptionnelle : - En surface et au fond au maximum de flot, - En surface et au fond au maximum de jusant.				

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.2. Nature et structure des fonds marins (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.2. Nature et structure des fonds marins (à adapter en fonction des spécificités locales)

Objectif :

La connaissance de la nature des fonds marins permet tout d'abord de sélectionner les zones de moindre impact pour la localisation des ouvrages, en évitant les fonds de plus forte sensibilité. Elle permet ensuite d'évaluer les impacts directs associés aux interactions mécaniques et les impacts potentiels indirects liés à la modification des composantes physico-chimiques ou biologiques de l'environnement. Enfin, la connaissance de la morphologie permet de suivre cette évolution dans le temps. Les variations observées peuvent être corrélées avec le transport des matériaux (érosion / dispersion ou accrétion / accumulation).

La cartographie géomorphologique des fonds marins renseigne également sur leur sollicitation par d'autres actions anthropiques mécaniques telles que la pêche aux arts traînants. Ces connaissances permettent d'appréhender les effets du parc sur les fonds au regard de ces autres activités.

Périmètres de l'étude :

Réalisées en amont de la définition précise du site, les observations doivent couvrir l'aire d'étude rapprochée ainsi qu'une zone témoin non impactée (à l'extérieur de l'aire d'étude éloignée par exemple). Pour ce type d'analyse, l'aire d'étude éloignée (qui correspond à la limite des impacts potentiels) s'étend peu au-delà de l'aire d'étude rapprochée (cf. p.34).

Durée / Périodicité :

Le levé sismique doit être opéré pendant la phase de faisabilité du projet puisque la nature géologique des fonds va orienter le choix du type de fondation. Les données acquises à ce stade seront suffisantes pour illustrer l'état initial. Les levés liés à la cartographie morpho-bathymétrique et morpho-sédimentaire doivent être réalisés une fois avant la construction du parc pour fournir un état initial, puis éventuellement après la phase de travaux (si beaucoup de remise en suspension, si déblaiement important de matériaux ou si des modifications des conditions hydro-sédimentaires ont été constatées).

Données à collecter :

- Géologie : connaissance du substratum (architecture et faciès lithologiques) ;
- Morpho-bathymétrie : profondeur et morphologie des fonds marins ;
- Morpho-sédimentologie : nature et morphologies associées aux différents

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.2. Nature et structure des fonds marins (à adapter en fonction des spécificités locales)

types de fonds marins.

Méthodologie :

La connaissance de ces différents éléments suppose la réalisation d'investigations spécifiques de terrain.

La **nature géologique** des fonds est déterminée par la réalisation de campagnes sismiques et de prélèvements de sédiments par forage ou carottier.

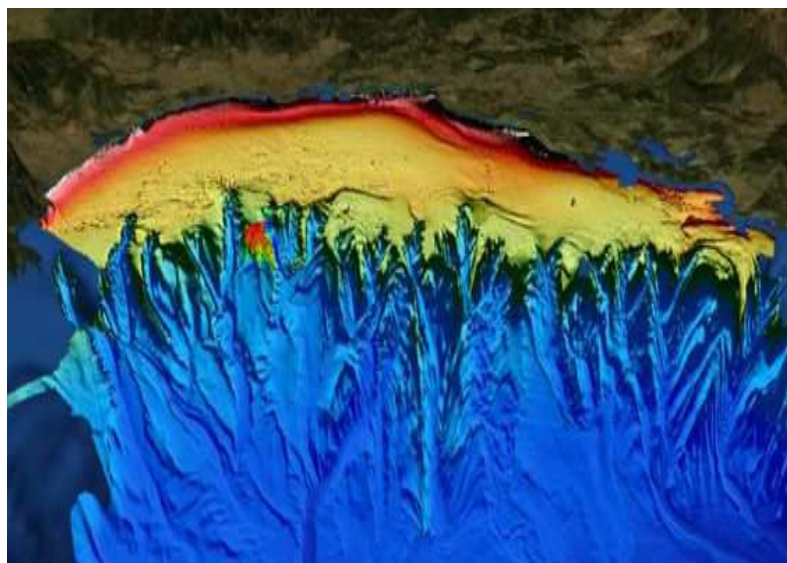


Figure 14 : Carte morpho-bathymétrique du Golfe du Lion au 1/250000 (source : IFREMER).

La cartographie **morpho-bathymétrique** des sites est réalisée au moyen d'un sondeur mono ou multi-faisceau. L'objectif de comparaison différentielle des levés avant, pendant et après projet nécessite des mesures précises.

La cartographie **morpho-sédimentaire** des sites est réalisée au moyen d'un sonar à balayage latéral, dont la fréquence est choisie de sorte à obtenir une définition optimale des différents faciès sédimentaires. L'espacement des routes (profils) devra permettre d'avoir un recouvrement des sonogrammes significatif pour s'assurer de l'exhaustivité la couverture « sonar » dans le périmètre.

Le levé morpho-sédimentaire est complété, si la nature du substrat le permet, par des prélèvements de substrat *in situ* afin d'associer chaque faciès acoustique à une nature lithologique et une classe granulométrique. L'implantation des points de prélèvement, à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre, sera déterminée après le dépouillement et l'examen de la mosaïque d'images « sonar ».

Les observations réalisées si possible à l'extérieur de l'aire d'étude éloignée serviront de stations de référence, à des fins comparatives, pour le suivi.

Présentation des résultats :

Les résultats pourront être présentés sous forme de cartes dont la projection, l'ellipsoïde et le système géodésique doivent être précisés :

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.2. Nature et structure des fonds marins (à adapter en fonction des spécificités locales)

- Carte des routes ;
- Carte en isobathes (équidistance 0,5 m) ;
- Carte morpho-sédimentaire montrant la répartition et la nature des formations superficielles (vase, sable, etc.) et la morphologie associée (mégarides, rubans, traînées,) témoin de la mobilité des sédiments ;
- Modèle numérique de terrain (MNT bathymétrique) ;
- Carte des différentiels bathymétriques et des différentiels sédimentaires (dans le cadre du suivi).

Sources :

IFREMER : <http://wwwz.ifremer.fr/drogm/Ressources-minerales/Materiaux-marins/Protocoles/Protocoles-de-cartographie>).

MEDDE, 2012. Energies Marines Renouvelables – Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques – Version 2012, 342 p.

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.2. Nature et structure des fonds marins (à adapter en fonction des spécificités locales)

NATURE DU FOND	Analyse de l'état initial	Suivi durant les phases opérationnelles			Suivi post-démantèlement
		Construction	Exploitation	Démantèlement	
Objectifs	Etablir l'état « E ₀ », évaluer l'impact potentiel des installations et sélectionner les zones de moindre impact pour l'implantation des ouvrages	Evaluer les impacts directs dus aux interactions mécaniques, y compris pendant la phase d'analyse des sols	Evaluer les impacts indirects liés à la modification de l'environnement	Evaluer les impacts directs dus aux interactions mécaniques	Évaluer le retour à l'état de référence « E ₀ »
Périmètre de l'étude	Aire d'étude rapprochée + une zone témoin non impactée si possible à l'extérieur de l'aire d'étude éloignée				
Durée/périodicité de l'étude	Evaluation à réaliser une fois avant le début des travaux		Une fois pendant l'exploitation si beaucoup de remise en suspension, déblaiement de matériaux, etc., ou si des modifications ont été constatées		A définir en fonction des enjeux
Données à collecter	<u>Géologie</u> : architecture et faciès lithologiques <u>Morpho-bathymétrie</u> : profondeur et morphologie des fonds marins <u>Morpho-sédimentologie</u> : nature et morphologies associées aux différents types de fonds marins				
Méthodologie	<u>Morpho-bathymétrie</u> : cartographie par sondeur mono- ou multi-faisceaux <u>Morpho-sédimentologie</u> : cartographie par sonar à balayage latéral + prélèvements éventuels de substrat <i>in situ</i> (si besoin et si cela est techniquement possible). La localisation des points de prélèvement sera déterminée après le dépouillement et l'examen de la mosaïque d'images "sonar".				
Présentation des résultats	• Carte des routes • Carte en isobathes (équidistance 0,5 m) • Carte morpho-sédimentaire montrant la répartition et la nature des formations superficielles (vase, sable, etc.) et la morphologie associée (mégarides, rubans, trainées, ...) témoin de la mobilité des sédiments • Modèle numérique de terrain (MNT bathymétrique) • Carte des différentiels bathymétriques et des différentiels sédimentaires (dans le cadre du suivi) La projection, l'ellipsoïde et le système géodésique de ces cartes doivent être précisés				

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.3. Bruit ambiant sous-marin (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.3. Bruit ambiant sous-marin (à adapter en fonction des spécificités locales)

Objectif :

L'objectif est d'établir un état initial sonore dans la zone d'influence acoustique du parc éolien afin d'évaluer durant les phases successives du projet, l'empreinte acoustique du parc sur l'environnement sous-marin d'une part, et de définir les différents impacts potentiels sur la faune sous-marine d'autre part.

Périmètre de l'étude :

L'étude du bruit ambiant doit être réalisée sur l'aire d'étude éloignée. Cette aire d'étude est définie en fonction de la prédiction par modélisation de l'empreinte sonore du projet d'une part, et des zones de dépassement statistique des seuils de dommages physiologiques et de modification potentielle du comportement de la faune d'autre part.

Pour les espèces présentes et dont la sensibilité auditive est identifiée, plusieurs zones seront définies en fonction des réactions attendues dues à une exposition à une source sonore :

- Zone d'impact « modification du comportement » ;
- Zone d'impact « déficit auditif temporaire » ;
- Zone d'impact « déficit auditif permanent ».

Durée / Périodicité :

Durant la phase d'analyse de l'état initial, la caractérisation saisonnière statistique du bruit ambiant doit être réalisée sur au moins une année (deux années consécutives sont toutefois recommandées) avec des campagnes saisonnières de mesures *in situ*. Il s'agit d'obtenir une meilleure représentativité du bruit ambiant en fonction des différentes conditions météo-océaniques.

Durant les phases de travaux, des mesures *in situ* d'acoustique passive sont à réaliser en concomitance avec les périodes effectives de travaux. Lors de la phase d'exploitation, les mesures de contrôle en acoustique passive sont effectuées tous les trimestres, à raison de 20 jours par trimestre, lors des phases d'exploitation partielle du parc et lors de la première année n d'exploitation complète, puis lors des années n+1, n+5, n+10, etc. et ce afin de prendre en compte les modifications potentielles de l'empreinte sonore du parc (modification de la signature acoustique du parc) après plusieurs années d'exploitation. La durée d'observation peut être réduite à partir de la deuxième année d'exploitation complète sous réserve de conserver les périodes les plus représentatives. Idem pour la fréquence qui pourra être réduite si des similitudes saisonnières ou infra-saisonnières ont été observées précédemment.

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.3. Bruit ambiant sous-marin (à adapter en fonction des spécificités locales)

Données à collecter :

Les données à collecter sont :

- Les données du milieu physique permettant de spatialiser les données acoustiques (paramètres géoacoustiques, bathymétrie, profils bathycélérimétriques etc.) ;
- L'ensemble des données anthropiques permettant de caractériser le bruit ambiant ;
- Les données concernant les espèces présentes, leur comportement et utilisation de l'habitat.

Méthodologie :

L'utilisation de modèles physiques de propagation acoustique a pour objectif de caractériser l'environnement acoustique sous-marin sur une gamme de fréquence comprise entre 30 Hz et 80 kHz. Cette modélisation, associée à des campagnes de mesures *in situ* par acoustique passive sur la même gamme de fréquence, doit permettre de quantifier l'empreinte sonore du projet et de définir les zones de dépassement significatif des seuils de dommages physiologiques et de modification du comportement des espèces.

La localisation des points de mesure en acoustique passive seront déterminées en fonction des cartographies prédictives du bruit ambiant issues de la modélisation et des zones de risque de dépassement des seuils physiologiques et des seuils de modification du comportement.

En phase de travaux, où le niveau de bruit est plus important, les zones d'habitat de mammifères marins doivent être particulièrement surveillées.

L'utilisation de capteurs acoustiques passifs (hydrophones) et actifs (sources acoustiques calibrés) permette de confronter les résultats du modèle théorique à la réalité du terrain.

Présentation des résultats :

L'étude devra présenter :

- Une cartographie du niveau de bruit en tiers d'octave ou octaves entre 30 Hz et 80 kHz (à minima 90^{ième}, 50^{ième}, 10^{ième} et premier percentiles) ;
- Les spectres en tiers d'octave du niveau de bruit exprimé en dB ref 1 μ Pa² par bande (à minima 90^{ième}, 50^{ième}, 10^{ième} et premier percentiles), seront superposés à chaque percentile les intervalles de sensibilité liés aux incertitudes du milieu physique et à leur variabilité ;
- La bande étroite en dB ref 1 μ Pa²/Hz pour les spectres ;
- Une fonction de densité de probabilité à l'échelle de l'empreinte sonore.

Sources :

Lucke K., Siebert, U., Lepper, P.A. & Blanchet, M.-A., 2009. Temporary shift in

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.3. Bruit ambiant sous-marin (à adapter en fonction des spécificités locales)

masked hearing thresholds in a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) after exposure to seismic airgun stimuli. *Journal of the Acoustical Society of America*, 125(6):4060-4070.

Southall B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Gentry, R.L., Greene, C.R., Kastak, D., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A. & Tyack, P.L., 2007. Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations. *Aquatic Mammals*, 33(4):411-521.

BSH, 2007. Standard. Investigation of the Impacts of Offshore Wind Turbines on the Marine Environment (StUK 3). Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, BSH-Nr. 7003, 57 p.

MEEDDM, 2010. Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens - Actualisation 2010. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, 188 p.

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.3. Bruit ambiant sous-marin (à adapter en fonction des spécificités locales)

BRUIT AMBIANT SOUS-MARIN	Analyse de l'état initial	Suivi durant les phases opérationnelles			Suivi post-démantèlement
		Construction	Exploitation	Démantèlement	
Objectifs	Etablir l'état « E ₀ » du bruit ambiant sur la zone d'étude	Caractérisation statistique des niveaux d'exposition sonore et des niveaux d'exposition cumulés pour chaque phase de construction	Caractérisation statistique saisonnière de l'émergence sonore du parc durant la phase d'exploitation pour un ensemble représentatif de conditions météorologiques	Caractérisation statistique des niveaux d'exposition sonore et des niveaux d'exposition sonores cumulés durant les opérations de démantèlement	Évaluer le retour à l'état de référence « E ₀ »
Périmètre de l'étude	Aire d'étude éloignée + zone témoin à l'extérieur de l'aire d'étude éloignée				
Durée de l'étude	Min. : 1 an Recommandée : 2 ans	Toute la phase de construction	Toute la phase d'exploitation	Toute la phase de démantèlement	Minimum 1 an
Périodicité recommandée	Saisonnière	En concomitance avec les phases effectives de travaux	20 j/trimestre pendant les années d'exploitation partielle, la 1 ^e année n d'exploitation, puis 10 j/trimestre les années n+1, n+5, n+10 etc.	En concomitance avec les phases effectives de travaux	Saisonnière
Données à collecter	Caractérisation saisonnière de l'empreinte acoustique du projet. Définition des zones de dépassement statistique des seuils de dommages physiologiques et de modification du comportement des espèces Données d'acoustique passive et active et toutes les données du milieu physique et anthropique permettant de spatialiser les données acoustiques et d'analyser le chœur sonore mesuré par l'hydrophone.				
Méthodologie	Modélisation physique + mesures d'acoustique passive sur une gamme de fréquences comprise entre 30 Hz à 80 kHz. Spatialisation des mesures <i>in situ</i> d'acoustique passive sur la gamme 30 Hz à 80 kHz par l'usage de modèles physiques de propagation acoustique. Localisation des stations d'échantillonnage par acoustique passive déterminée en fonction des cartographies prédictives de bruit ambiant et de risque de dépassement des seuils physiologiques et de modification du comportement.				
Présentation des résultats	• Cartographie en tiers d'octave ou octaves entre 30 Hz et 80 kHz (à minima 90^{ième}, 50^{ième}, 10^{ième} et premier percentiles) • Spectres en tiers d'octave exprimé en dB ref 1μPa² par bande (à minima 90^{ième}, 50^{ième}, 10^{ième} et premier percentiles) • Bande étroite en dB ref 1μPa²/Hz pour les spectres • Fonction de densité de probabilité à l'échelle de l'empreinte sonore				

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.4. Paramètres physico-chimiques (adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.4. Paramètres physico-chimiques (adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.4.1. Qualité physico-chimique du substrat

Objectif :

La connaissance de la qualité physico-chimique du substrat permet de définir un état de référence afin d'évaluer les effets du parc éolien sur cette qualité, par comparaison avec les résultats des campagnes de suivi (enrichissement en matière organique lié au fouling des installations, diffusion de micropolluants contenu dans les peintures anti-salissures, etc.). Elle permet également d'évaluer les risques associés à la remobilisation des sédiments meubles dans la colonne d'eau lors d'opérations spécifiques de travaux.

Périmètre de l'étude :

Cette analyse est à effectuer sur l'aire d'étude éloignée (limite des impacts potentiels à définir selon l'hydrodynamisme de la zone, la qualité des matériaux employés et les spécifications techniques du projet).

Durée / Périodicité :

A définir selon les enjeux.

Données à collecter :

Les critères usuels d'évaluation de la qualité des sédiments marins sont :

- Les paramètres descriptifs : granulométrie, carbone organique total, % de matières sèches, densité ;
- La teneur en nutriments : azote, phosphore ;
- La teneur en métaux : Al, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn ;
- Les organiques polychlorobiphényles (PCB) ;
- Les hydrocarbures PolyAromatiques (HAP) ;
- Les composés organostanniques.

Méthodologie :

L'analyse de la qualité physico-chimique du substrat implique la réalisation d'investigations de terrain. Des prélèvements sont réalisés, selon le type de substrat, par forage, carottage ou à l'aide d'une benne preneuse dont le fonctionnement permet de limiter, voire supprimer, le lessivage à la remontée. Ces prélèvements viennent en appui de la reconnaissance sonar des différents faciès.

Sources : MEDDE, 2012. Energies Marines Renouvelables – Etude méthodologique

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.4. Paramètres physico-chimiques (adapter en fonction des spécificités locales)

des impacts environnementaux et socio-économiques – Version 2012, 342 p.

3.4.4.2. Qualité physico-chimique des eaux

Objectif :

L'objectif est d'évaluer l'impact du parc éolien sur la qualité physico-chimique du milieu durant la phase de construction. Dans le cadre d'enjeux particulièrement importants (proximité immédiate d'espèces sensibles, par exemple) la réalisation d'un état de référence « E₀ » doit permettre de préciser la sensibilité des habitats et des espèces à une remobilisation de matériaux dans la colonne d'eau en eaux.

Périmètre de l'étude :

Les observations doivent être réalisées sur l'aire d'étude éloignée (zone potentiellement impactée par le projet). Les limites de cette aire d'étude éloignée sont définies en fonction de l'hydrodynamisme de la zone, de la qualité des matériaux employés et les spécifications techniques du projet.

Durée / Périodicité :

A définir selon les enjeux.

Données à collecter :

Les critères usuels d'évaluation de la qualité physico-chimiques des eaux marines à collecter sont les matières en suspension (MES organiques et minérales), les matières inhibitrices, azote et phosphore total, les composés organohalogénés absorbables sur charbon actif, les métaux et métalloïdes, les hydrocarbures, le carbone organique total (COT), l'oxygène dissous et le pH.

Méthodologie :

L'analyse de la qualité physico-chimique des eaux implique la réalisation d'investigations de terrain. Les prélèvements d'eaux sont réalisés de manière à disposer d'un échantillon représentatif. Des sondes autonomes peuvent également enregistrer en continu certains paramètres (dont la turbidité) et assurer ainsi une intégration plus viable des variations de la qualité des eaux.

NB : une mutualisation des prélèvements peut être réalisée avec les campagnes géotechniques et morpho-sédimentaires.

Sources :

MEDDE, 2012. Energies Marines Renouvelables – Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques – Version 2012, 342 p.

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.4. Paramètres physico-chimiques (adapter en fonction des spécificités locales)

PARAMETRES PHYSICO- CHIMIQUES	Analyse de l'état initial	Suivi durant les phases opérationnelles			Suivi post-démantèlement
		Construction	Exploitation	Démantèlement	
Objectifs	Définir un état « E ₀ » de la qualité physico-chimique du milieu	Evaluer l'impact des travaux de construction sur la qualité physico-chimique du milieu	Evaluer l'impact des installations sur la qualité physico-chimique du milieu	Evaluer l'impact des travaux de démantèlement sur la qualité physico-chimique du milieu	Évaluer le retour à l'état de référence « E ₀ »
Périmètre de l'étude	Aire d'étude éloignée (à définir selon l'hydrodynamisme de la zone, la qualité des matériaux employés et les spécifications techniques du projet)				
Durée de l'étude	A définir en fonction des enjeux				
Périodicité recommandée	A définir en fonction des enjeux				
Données à collecter	<u>Substrat</u> : Granulométrie, COT, % de matière sèche (organique et minérale), densité, teneur en métaux (Al, As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn), N et P, PCB, HAP, composés organostanniques. <u>Colonne d'eau</u> : MES (organiques et minérales), matières inhibitrices, azote total, phosphore total, composés organo-halogénés absorbables sur charbon actif, métaux et métalloïde, hydrocarbure, COT, O ₂ dissous et pH				
Méthodologie	<u>Substrat</u> : Prélèvements par forage, carottage ou benne preneuse <u>Colonne d'eau</u> : prélèvements d'eau en quantité suffisante (bouteille de prélèvement, pompage, etc.) pour disposer d'un échantillon représentatif. Des enregistrements par sonde autonome peuvent également être réalisés.				

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.5. Habitats benthiques (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.5. Habitats benthiques (à adapter en fonction des spécificités locales)

Objectif :

L'objectif est d'identifier la nature et la sensibilité des habitats et des communautés benthiques présents, leur variabilité spatio-temporelle, de déterminer leur état écologique initial (bon, déjà dégradé, etc) et d'identifier les impacts des installations sur cet état au regard des effets et interactions physiques directes ou indirectes du projet avec le milieu (présence physique d'infrastructures, remises en suspension de matériaux, modifications potentielles des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des milieux, etc.).

Périmètre de l'étude :

L'échantillonnage doit être réalisé avant, pendant et après les perturbations engendrées sur l'aire d'étude immédiate et simultanément, dans une zone témoin non impactée qui présente des habitats comparables à ceux de l'aire d'étude immédiate.

Durée / Périodicité :

La périodicité de l'échantillonnage doit permettre d'évaluer la variabilité temporelle naturelle de la biodiversité benthique, à l'échelle saisonnière et interannuelle. Par conséquent, il est recommandé de réaliser un état initial sur deux saisons (début de printemps et fin d'été³³) durant deux années consécutives.

Données à collecter :

Composition spécifique, abondance et biomasse (ramenées au m²), structure et caractérisation des peuplements, présence d'espèces exotiques, type de substrat, paramètres physiques (température, salinité, profondeur, potentiel redox du sédiment, etc.), paramètres de pression selon une fréquence et une résolution spatiale adaptées, (étendue, fréquence et intensité des perturbations induites par l'activité : perte d'habitat, modifications sédimentaires directes ou indirectes, électromagnétisme, etc.), en fonction de l'activité et de la sensibilité des habitats exposés. Le suivi des paramètres d'état doit être associé à un suivi simultané et adapté (fréquence, résolution) des pressions subies pour pouvoir interpréter et calibrer l'évolution observée (impacts).

Méthodologie :

³³ Du point de vue des peuplements, les saisons les plus « stables » sont l'hiver et la fin de l'été. L'hiver étant peu propice à la réalisation d'échantillonnage, le début du printemps (mars) doit être privilégié (source : MNHN).

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.5. Habitats benthiques (à adapter en fonction des spécificités locales)

La cartographie des habitats benthiques nécessite la réalisation d'interventions en mer et peut être, dans un premier temps, directement associée aux opérations de repérage sonar (ces derniers permettant d'identifier les grandes unités bio-sédimentaires).



Figure 15 : Prélèvements à la benne Hamon (source : CNRS)

Les prélèvements de macrofaune en zone subtidale sont effectués par drague (prélèvements qualitatifs, éventuellement semi-quantitatifs) et/ou benne³⁴ (prélèvements quantitatifs).

Selon la nature du sédiment, les échantillons sont ensuite tamisés (tamis de maille de 1 mm, ronde de préférence, pour les sédiments fins ou envasés, complété par un (des) tamis de maille 2 mm et/ou 5 mm pour les sédiments grossiers). Le refus est fixé et fait l'objet d'analyses : tri biologique, détermination des espèces jusqu'au plus bas niveau taxonomique possible (particulièrement pour les espèces caractéristiques des peuplements, les espèces remarquables et les espèces d'intérêt commercial), puis dénombrement.

Le nombre de répliquats par station doit être défini en fonction des spécificités locales et de la benne choisie. Cependant, il est recommandé de réaliser au moins trois répliquats par station.

Des inventaires *in situ* par photo ou vidéo doivent être privilégiés, lorsque que cela est possible (conditions météorologiques et hydrologiques favorables), pour échantillonner les structures trop grossières (roches, blocs, cailloutis) et les habitats vulnérables.

Des observations vidéos complémentaires aux reconnaissances morpho-sédimentaires décrites précédemment permettent de recenser la faune (méga-faune essentiellement) et la macroflore épibenthiques (notamment pour les substrats rocheux) et ainsi d'affiner la cartographie des habitats présents sur le site.

Des prélèvements en plongée (quadrats) peuvent être réalisés en compléments.

³⁴ Le type de benne à utiliser est à définir en fonction des conditions locales (type de sédiments notamment).

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.5. Habitats benthiques (à adapter en fonction des spécificités locales)

Le nombre et la résolution spatiale des échantillonnages, variable selon l'hétérogénéité spatiale observée, doit être préalablement définie puis, si besoin, adaptée au cours du suivi selon l'avis et l'encadrement d'experts locaux indépendants.

Présentation des résultats :

Les résultats sont présentés sous la forme :

- De tableaux indiquant la position géographique de la station, la sonde, la nature du fond (biotope), le nombre d'individus par m² et l'écart-type pour chacune des stations échantillonnées, l'identification des espèces d'intérêt commercial ; les indices de qualité écologique du compartiment benthique (ex. indice M-AMBI) ;
- De cartes à petite échelle de la distribution quantitative des espèces dominantes et des espèces d'intérêt commercial ;
- D'une carte synthétique des principales unités biosédimentaires ;
- D'une typologie des habitats observés selon les référentiels en vigueur (ex. : EUNIS).

Sources :

IFREMER, 2005. Protocole recommandé par l'Ifremer pour la réalisation des études d'impact et de surveillance des projets de sites d'implantation d'énergie renouvelable en mer (<http://www.ifremer.fr/drogm/Cartographie/Plateau-continental/Implantation-d-eoliennes/Protocole>)

BSH, 2007. Standard. Investigation of the Impacts of Offshore Wind Turbines on the Marine Environment (StUK 3). Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, BSH-Nr. 7003, 57 p.

MEDDE, 2012. Energies Marines Renouvelables – Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques – Version 2012, 342 p.

MEDDE, 2012. Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) – Définition du « Bon Etat Ecologique » (BEE, article 9) – Rapport final descripteurs 1 et 2, 71 p.

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.5. Habitats benthiques (à adapter en fonction des spécificités locales)

HABITATS BENTHIQUES	Analyse de l'état initial	Suivi durant les phases opérationnelles			Suivi post-démantèlement
		Construction	Exploitation	Démantèlement	
Objectifs	Etablir l'état « E ₀ » des habitats benthiques, évaluer leur sensibilité et leur variabilité spatio-temporelle	Evaluer les impacts des travaux de construction sur le compartiment	Evaluer l'impact des installations sur le compartiment	Evaluer les impacts des travaux de démantèlement sur le compartiment	Évaluer le retour à l'état de référence « E ₀ »
Périmètre	Aire d'étude immédiate + une zone témoin non impactée à l'extérieure de l'aire d'étude éloignée				
Durée	Min. : 1 an Recommandée : 2 ans	Toute la phase de construction	Toute la phase d'exploitation	Toute la phase de démantèlement	A définir en fonction des enjeux
Périodicité recommandée	Min. 2 saisons/an	A définir en fonction des enjeux et des résultats de l'état initial			
Données à collecter	- Composition spécifique, abondance et biomasse au m² de chaque espèce, présence d'espèces exotiques - Structure et caractérisation des peuplements - Paramètres physiques : type de substrat, température, salinité, profondeur, potentiel redox du sédiment, etc.) - Paramètres de pression : étendue, fréquence et intensité des perturbations subies				
Méthodologie	Prélèvements quantitatifs par benne et/ou qualitatifs par drague : tamisage de l'échantillon (maille ronde de 5/2/1 mm en fonction de la nature du substrat), tri des individus collectées, identification des espèces, dénombrement, pesées Au moins 3 répliquats/station (nombre à définir en fonction des spécificités locales et de la benne choisie) Inventaires in situ par photo ou vidéo (dans la mesure du possible) pour les structures grossières et les habitats vulnérables Prélèvements en plongée (quadrats), en complément, sur les substrats rocheux Le nombre de stations d'échantillonnage et leur répartition dépend de l'hétérogénéité spatiale observée. Ces stations pourront être couplées aux points de prélèvements sédimentaires				
Présentation des résultats	- Tableaux indiquant la position géographique de la station, la sonde, la nature du fond (biotope), le nombre d'individus par m2 et l'écart-type pour chacune des stations échantillonnées - Indices de qualité écologique du compartiment benthique (ex. indice M-AMBI) - Cartes à petite échelle de la distribution quantitative des espèces dominantes et des espèces d'intérêt commercial - Carte synthétique des principales unités biosédimentaires - Typologie d'habitats observés selon les référentiels en vigueur (ex. : EUNIS)				

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.6. Poissons et mollusques (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.6. Poissons et mollusques (à adapter en fonction des spécificités locales)

Objectif :

L'objectif de l'étude est d'évaluer l'état initial puis les impacts des différentes phases du projet sur les poissons et mollusques. En l'état actuel des connaissances, certains compartiments ou habitats apparaissent comme prioritaires pour l'évaluation de leur état initial au regard de l'évaluation des impacts éventuels des projets. Il s'agit des juvéniles et adultes, ainsi que des frayères, nourriceries et voies de migration. A ce titre la connaissance des peuplements doit être corrélée à la connaissance des habitats. La connaissance des peuplements et de leurs interactions avec le milieu permet de mieux appréhender les impacts positifs potentiels associés aux effets récif et réserve, mais également les impacts négatifs potentiels associés à la dégradation mécanique des habitats, aux bruits, aux champs électromagnétiques ou à la présence physique des machines.

Périmètre de l'étude :

L'aire d'étude rapprochée, ainsi qu'une zone témoin non-impactée à l'extérieur de l'aire d'étude éloignée doivent être étudiée. L'aire d'étude éloignée peut être traitée à l'aide de données existantes (bibliographie, données issues de la pêche professionnelle).

Durée / Périodicité :

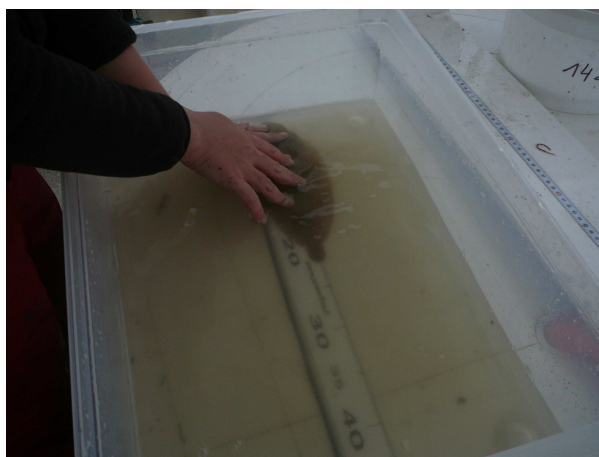


Figure 16 : Mensuration de poissons (source : NEREIS Environnement).

Pour que les résultats soient pertinents et exploitables, les campagnes d'inventaires halieutiques doivent être réalisées sur une période suffisamment longue pour pouvoir intégrer la variabilité temporelle à la fois saisonnière et interannuelle. Pour cela, le Ministère suggère sur la base des travaux de l'IFREMER un suivi annuel idéalement sur deux années consécutives pour l'analyse de l'état initial, puis tous les ans pendant les phases de construction et de démantèlement, si cela est possible du fait

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.6. Poissons et mollusques (à adapter en fonction des spécificités locales)

des interdictions partielles de navigation pouvant intervenir en phase de travaux. Durant la phase d'exploitation, le suivi pourra être réalisé tous les ans pendant les trois premières années puis tous les cinq ans.

Données à collecter :

Positions, date et heure, durée de l'opération de pêche, nombre d'individus par espèce, poids total par espèce, distribution en taille par espèce, et éventuellement le sexe et l'âge pour les espèces d'intérêt commercial susceptibles d'être impactées par le projet. Variables environnementales (température, salinité, profondeur, condition météo, coefficient de marée).

On peut également envisager de suivre des espèces témoins de l'impact potentiel ou observé de l'installation du parc sur ce compartiment.

Méthodologie :

L'Ifremer préconise dans le cadre des activités d'extraction de granulats marins, un protocole de l'analyse de l'état initial et de suivi adapté aux poissons et mollusques. L'utilisation de ce protocole dépasse néanmoins le domaine des granulats et peut s'appliquer, dans ses principes généraux, à l'implantation de parcs éoliens en mer, sous réserve que les enjeux le justifient. Ce protocole doit cependant être adapté aux spécificités de la zone d'étude, et notamment aux pratiques de pêche locales.

La mise en œuvre de ce protocole implique de définir à l'avance la localisation des stations d'échantillonnage, les compartiments à échantillonner, les engins de prélèvement à utiliser ainsi que la saisonnalité des prélèvements en fonction des assemblages locaux (2 à 4 campagnes d'échantillonnage par an). Ces choix doivent être faits en concertation avec les acteurs locaux (pêcheurs et scientifiques).

Les engins de prélèvement doivent être adaptés aux conditions générales de la zone d'étude ainsi qu'aux assemblages représentatifs des communautés en place. Ainsi, un chalut de fond classique ou un chalut à perche pourront être utilisés pour l'échantillonnage des espèces benthiques. Pour les espèces démersales un chalut à Grande Ouverture Verticale (GOV) sera plus adapté. Dans tous les cas, l'IFREMER recommande l'utilisation d'un petit maillage (type 20 mm de maille étirée) permettant de capturer adultes et juvéniles. D'autres engins plus spécifiques pourront également être utilisés, tels que la drague pour les prélèvements de certains bivalves (coquilles Saint-Jacques), les filets calés, ou les casiers pour les crustacés (homards, tourteaux, araignées) et les bulots (IFREMER, 2011).

Selon le principe de continuité, les opérations de pêche doivent être standardisées (durée et vitesse constante, même engin et navire, même période de l'année) et les mêmes informations doivent être collectées lors de chaque campagne.

Les données issues de la pêche professionnelle et des campagnes scientifiques déjà disponibles sur la zone peuvent également compléter cette étude. Il est par exemple envisageable d'utiliser les informations issues de l'optimisation des déclarations de captures des professionnels via un système de géolocalisation (ex. la VMS ou

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.6. Poissons et mollusques (à adapter en fonction des spécificités locales)

Vessel Monitoring System si accessible), en tenant toutefois compte des limites de ces données et des contraintes particulières pour leur mise à disposition (cf. paragraphe 3.4.10).

Présentation des résultats :

Les résultats obtenus peuvent être présentés sous la forme de :

- Description des peuplements à différentes échelles biologiques (par espèce, par groupe de taille, par groupe fonctionnel, à l'échelle de la communauté), au moyen d'indicateurs (de diversité, d'abondance, de structure) ;
- Analyses statistiques des indicateurs afin de caractériser leur variabilité spatio-temporelle ;
- Comparaison des indicateurs avant installation et pendant les différentes phases opérationnelles du projet, entre la zone impactée et la zone témoin. Cette comparaison peut être faite sous forme de graphes et/ou de cartes.

Sources :

IFREMER, 2011. Protocole conseillé pour la description de l'état initial et le suivi des ressources halieutiques dans le cadre d'une exploitation de granulats marins. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, 12 p. Disponible en ligne : <http://www.ifremer.fr/drogm/Ressources-minerales/Materiaux-marins/Protocoles/Ressources-halieutiques>

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.6. Poissons et mollusques (à adapter en fonction des spécificités locales)

POISSONS MOLLUSQUES ET	Analyse de l'état initial	Suivi durant les phases opérationnelles			Suivi post-démantèlement
		Construction	Exploitation	Démantèlement	
Objectifs	Caractériser et évaluer l'état « E ₀ » sur la zone d'étude	Evaluer l'impact des travaux de construction sur le compartiment	Evaluer l'impact du projet éolien sur le compartiment	Evaluer l'impact du démantèlement du parc sur le compartiment	Évaluer le retour à l'état de référence « E ₀ »
Périmètre d'étude	Aire d'étude rapprochée + une zone témoin non-impactée à l'extérieur de l'aire d'étude éloignée (+ étude bibliographique sur l'aire d'étude éloignée)				
Durée	A définir en fonction des enjeux, idéalement 2 ans	Toute la phase de construction	Toute la phase d'exploitation	Toute la phase de démantèlement	A définir en fonction des enjeux
Périodicité recommandée	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans pendant les 3 premières années si enjeu important puis tous les 5 ans	Tous les ans	Tous les ans pendant les 3 premières années si enjeu important puis à définir en fonction des enjeux
Données à collecter	- Nombre d'individus par espèce, poids total par espèce, distribution en taille par espèce - Eventuellement le sexe et l'âge pour les espèces d'intérêt commercial susceptibles d'être impactées par le projet - Variables environnementales (température, salinité, profondeur, condition météo, coefficient de marée) Compartiments à étudier prioritairement : juvéniles et adultes, frayères, nurseries, voies de migration. Possibilité de choisir de suivre des espèces témoins de l'impact potentiel ou observé du parc.				
Méthodologie	Prélèvements à l'aide d'engin de pêche (chaluts, filets, casiers, etc.). La localisation des stations d'échantillonnage, les compartiments et habitats à étudier, les engins de prélèvement et la saisonnalité des échantillonnages sont à adapter en fonction des spécificités locales (assemblages d'espèces, pratiques de pêches, etc.) en concertation avec les professionnels. Application du principe de continuité : les opérations de pêche doivent être standardisées (même durée, vitesse constante, même engin et même navire si nécessaire, période de l'année similaire) et les mêmes informations doivent être collectées lors de chaque campagne d'échantillonnage.				
Présentation des résultats	- Description des peuplements à différentes échelles biologiques (par espèce, par groupe de taille, par groupe fonctionnel, à l'échelle de la communauté), au moyen d'indicateurs (de diversité, d'abondance, de structure) - Analyses statistiques des indicateurs afin de caractériser leur variabilité spatio-temporelle - Comparaison des indicateurs avant installation et pendant les différentes phases opérationnelles du projet, entre la zone impactée et la zone témoin, à l'aide de graphes et/ou cartes				

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.7. Mammifères marins (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.7. Mammifères marins (à adapter en fonction des spécificités locales)

Objectif :

L'objectif d'une étude des mammifères marins est de pouvoir appréhender, avec suffisamment de recul, la sensibilité des différentes populations aux principales modifications induites par l'implantation de parc éolien en mer. Il s'agit pour cela :

- D'identifier les espèces présentes sur la zones (individus et colonies) ;
- D'évaluer les pressions potentielles telles que le bruit et l'effet « barrière » provoqué par la présence des installations et des moyens nautiques d'intervention ;
- D'appréhender les stimulations potentielles associées par exemple à une ressource alimentaire modifiée et/ou à une perturbation moindre par d'autres activités.

Périmètre d'étude :

L'étude *in situ* des individus se focalisera à minima sur l'aire d'étude immédiate ainsi que sur une zone témoin à l'extérieur de l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée doit également faire l'objet d'une étude bibliographique. A noter que pour l'étude des colonies, l'Agence des Aires Marines Protégées recommande d'étendre le périmètre d'étude à une zone d'au moins 50 km autour du parc.

Durée / Périodicité :

L'analyse de l'état initial doit se baser sur une année (durée minimale) ou deux années d'observation consécutive (durée recommandée).

Les suivis doivent être réalisés tous les ans pendant les phases de construction et de démantèlement. Pendant la phase d'exploitation, le suivi doit être réalisé pendant les trois premières années, voire cinq si l'enjeu est important.

Données à collecter :

Pour l'étude des individus, les informations à collecter sont la distribution, l'abondance absolue, la diversité et l'utilisation de l'habitat. Pour l'étude des colonies, l'effectif, le nombre de naissances, le succès reproducteur (nombre de couples adultes divisé par le nombre de couples reproducteurs), le taux de survie des juvéniles, le temps passé sur zone, le nombre de passage et son évolution saisonnière pourront également être relevés.

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.7. Mammifères marins (à adapter en fonction des spécificités locales)

Méthodologie :

1. Observation par transects (avion et/ou bateau)

Méthode des transects linéaires : observations mensuelles par transects aériens, à compléter par des transects par bateau. La réalisation des transects doit s'appuyer sur des protocoles standardisés et adaptés au contexte du site grâce à l'avis des experts locaux et à l'avis de scientifiques référents nationaux (CRMM). Le protocole utilisé lors des campagnes SAMM (Suivi Aérien de la Mégafaune Marine) de l'AAMP pourra servir de base.



Figure 17 : Observation de mammifères marins par transects en bateau (source : AAMP).

Les observations par transects peuvent, dans la mesure du possible, être mutualisées avec les observations de l'avifaune.

2. Observation par acoustique passive

Déploiement sur zone de capteurs autonomes. Ces capteurs présentent des caractéristiques fréquentielles d'interception permettant l'enregistrement des sons émis par les mammifères marins.

Déploiement de minimum 6 capteurs autonomes sur la zone impactée et à des emplacements fixes. Au moins 3 capteurs supplémentaires doivent être placés sur une zone témoin non impactée. Les capteurs doivent tous être positionnés à la même immersion.

L'utilisation des capteurs acoustiques au préalable nécessite une phase d'évaluation des performances de détection et d'étalonnage au travers d'essai avec des sources sonores calibrées.

Le suivi de comportements individuels peut également être réalisé par photo-identification et/ou pose de balises sur les individus.

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.7. Mammifères marins (à adapter en fonction des spécificités locales)

Sources :

AAMP : rapport intermédiaire du Programme d'Acquisition de Connaissances sur les Oiseaux et les Mammifères Marins (PACOMM), à paraître au 1^e trimestre 2013. Voir également : <http://www.aires-marines.fr/Connaitre/Habitats-et-especes-pelagiques/Oiseaux-et-mammiferes-marins-en-metropole>

Lucke K., Siebert, U., Lepper, P.A. & Blanchet, M.-A., 2009. Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) after exposure to seismic airgun stimuli. *Journal of the Acoustical Society of America*, 125(6):4060-4070.

Southall B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Gentry, R.L., Greene, C.R., Kastak, D., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A. & Tyack, P.L., 2007. Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations. *Aquatic Mammals*, 33(4):411-521.

BSH, 2007. Standard. Investigation of the Impacts of. Offshore Wind Turbines on the Marine Environment (StUK 3). Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, BSH-Nr. 7003, 57 p.

Macleod K., Du Fresne, S., Mackey, B., Faustino, C. & Boyd, I., 2010. Approaches to marine mammal monitoring at marine renewable energy developments - Final Report. SMRU, 110 p.

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.7. Mammifères marins (à adapter en fonction des spécificités locales)

MAMMIFERES MARINS : TRANSECTS	Analyse de l'état initial	Suivi durant les phases opérationnelles			Suivi post-démantèlement
		Construction	Exploitation	Démantèlement	
Objectifs	Réaliser un inventaire des différentes espèces de mammifères marins présents dans l'aire d'étude afin d'évaluer l'importance écologique de la zone de projet pour les mammifères marins	Evaluer l'impact de la phase de construction sur la présence des mammifères marins et leur utilisation des habitats dans l'aire d'étude	Etudier l'impact de la phase d'exploitation sur la présence des mammifères marins et leur utilisation des habitats dans l'aire d'étude	Etudier l'impact de la phase de démantèlement sur la présence des mammifères marins et leur utilisation des habitats dans l'aire d'étude	Évaluer le retour à l'état de référence « E ₀ »
Périmètre de l'étude	Aire d'étude immédiate + une zone témoin à l'extérieur de l'aire d'étude éloignée				
Durée	Min. : 1 cycle biologique Recommandée : 2 cycles biologiques	Toute la phase de construction	Toute la phase d'exploitation	Toute la phase de démantèlement	A définir en fonction des enjeux
Périodicité recommandée	Mensuelle	Mensuelle	Suivi mensuel pendant les 3 premières années, voire les 5 premières si enjeu important. Puis suivi mensuel durant un an tous les 5 ans	Mensuelle	A définir en fonction des enjeux
Données à collecter	Diversité, distribution, abondance absolue et utilisation de l'habitat				
Méthodologie	Méthode des transects linéaires : observations par transects aérien (cf. Protocole SAMM de l'AAMP), à compléter par des transects par bateau. Les observations par transects peuvent, dans la mesure du possible être mutualisées avec les observations de l'avifaune.				
Présentation des résultats	Description de la structure de la population au moyen d'indicateurs (de diversité, de distribution, abondance absolue, densité corrigée) Analyses statistiques des indicateurs afin de caractériser leur variabilité spatio-temporelle ; Comparaison des indicateurs avant installation et pendant les différentes phases opérationnelles du projet, entre la zone impactée et la zone témoin. Les différents indicateurs produits seront présentés sous forme de graphes accompagnés de cartes				

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.7. Mammifères marins (à adapter en fonction des spécificités locales)

MAMMIFERES MARINS : ACOUSTIQUE PASSIVE	Analyse de l'état initial	Suivi durant les phases opérationnelles			Suivi post-démantèlement
		Construction	Exploitation	Démantèlement	
Objectifs	Inventaire des différentes espèces de mammifères marins présents dans l'aire d'étude afin d'évaluer l'importance écologique de la zone de projet pour les mammifères marins	Evaluation de l'impact de la phase de construction sur la présence des mammifères marins et leur utilisation des habitats dans l'aire d'étude	Evaluation de l'impact de la phase d'exploitation sur la présence des mammifères marins et leur utilisation des habitats par étude comparative de type BACI	Evaluation de l'impact du démantèlement du parc sur les mammifères marins	Évaluer le retour à l'état de référence « E ₀ »
Périmètre de l'étude	Aire d'étude immédiate + une zone témoin à l'extérieur de l'aire d'étude éloignée				
Durée	Min. : 1 cycle biologique Recommandée : 2 cycles biologiques	Toute la phase de construction	Toute la phase d'exploitation	Toute la phase de démantèlement	Min. : 1 cycle biologique Recommandée : 2 cycles biologiques
Périodicité recommandée	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans pendant les 3 premières années, voire les 5 premières si enjeu important. Tous les 5 ans ensuite.	Tous les ans	Tous les ans
Données à collecter	Indicateurs de présence des mammifères marins par espèce enregistrées: fréquence, nombre et durée d'interception, durée entre chaque détection, type de vocalises interceptées. Trajectographie du déplacement des mammifères marins sur la zone de projet.				
Méthodologie	Monitoring par acoustique passive (capteurs autonomes présentant des caractéristiques fréquentielles d'interception permettant l'enregistrement des sons émis par les mammifères marins) : déploiement de minimum 6 capteurs autonomes sur l'aire d'étude immédiate à des emplacements fixes. Au moins 3 capteurs supplémentaires doivent être placés sur une zone témoin non impactée. Les capteurs doivent être positionnés à la même immersion.				
Présentation des résultats	Utilisation de l'habitat des mammifères marins enregistrés par espèce. Description de l'utilisation spatio-temporelle de la zone du projet au moyen d'indicateurs de fréquentation, d'activités et de comportement déterminés sur la zone du projet. Méthode BACI : comparaison des indicateurs avant installation et pendant les différentes phases opérationnelles du projet, entre la zone impactée et la zone témoin. Les différents indicateurs produits seront présentés sous forme de graphes accompagnés de cartes				

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.7. Mammifères marins (à adapter en fonction des spécificités locales)

MAMMIFERES MARINS : SUIVI DES COLONIES	Analyse de l'état initial	Suivi durant les phases opérationnelles			Suivi post- démantèlement
		Construction	Exploitation	Démantèlement	
Objectifs	Définir les effectifs, le nombre de naissances, les aires d'alimentation (si possible), ainsi que les espèces migratrices qui traversent la zone. Analyser la dynamique de la population et la fréquentation de la zone en projet par les espèces nicheuses	Evaluer les impacts négatifs et/ou positifs de la phase de construction / exploitation / démantèlement sur la dynamique des populations, leur utilisation de l'espace marin et sur leur succès reproducteur			Evaluer le retour vers l'état initial « E ₀ »
Périmètre de l'étude	Principales colonies situées à proximité (au moins 50 km ou plus, suivant la dynamique des populations déduite de l'état initial) Si possible, zones de référence avec des colonies comparables et hors d'atteinte des impacts du projet				
Durée	Min. : 1 cycle biologique Recommandée : 2 cycles biologiques	Toute la phase de construction	Toute la phase d'exploitation	Toute la phase de démantèlement	A définir en fonction des enjeux
Périodicité recommandée	Décompte des effectifs : deux fois par an, aux saisons les plus significatives Suivi télémétrique : <i>A définir</i>		Décompte des effectifs : une fois par an Suivi télémétrique : <i>A définir suivant les résultats de l'évaluation initiale</i>		
Données à collecter	Effectif, nombre de naissances, succès reproducteur (nb de couples adultes/nb de couples reproducteurs), taux de survie des juvéniles. Fréquentation de la zone projet, temps moyen passé sur la zone projet, nombre de passages dans la zone projet par individu et par jour et son évolution saisonnière				
Méthodologie	Décompte annuel des effectifs et évaluation du nombre de naissances : plusieurs passages en période de reproduction. Ces données peuvent également être collectées (données payantes) auprès des associations locales qui suivent les colonies. <u>Suivi télémétrique</u> : suivant la méthode utilisée par le CRMM. L'opportunité de ce type de suivi dépend de la taille de la population et de l'existence de suivis antérieurs ; elle doit être évaluée avec le CRMM en lien avec les gestionnaires locaux d'AMP. Type de suivi à privilégier en phase de construction, potentiellement plus impactante.				
Présentation des résultats	Description de la structure de la population au moyen d'indicateurs Analyses statistiques des indicateurs afin de caractériser leur variabilité temporelle Comparaison des indicateurs avant installation et pendant les différentes phases opérationnelles du projet, entre la zone potentiellement impactée et la zone témoin.				

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.8. Avifaune (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.8. Avifaune (à adapter en fonction des spécificités locales)

Objectif :

L'étude de l'avifaune a pour objectif d'identifier les espèces présentes, et de caractériser les zones utilisées par les oiseaux sur la zone du projet et son entourage, à savoir les zones d'alimentation, de reproduction et/ou de mue, les zones de repos, les zones d'hivernage des migrateurs, les couloirs de déplacements réguliers et de migrations. Cette étude doit mettre en évidence les liens fonctionnels entre la zone du projet (en mer) et les sites terrestres environnants dont dépend l'avifaune, afin de pouvoir appréhender la manière selon laquelle ces liens peuvent être perturbés par la présence des installations

Périmètre de l'étude :

Les observations doivent être centrées sur l'aire d'étude immédiate. Des observations plus larges, sur une aire d'étude intermédiaire entre l'aire immédiate et la côte, permettent de cerner les relations entre le site et le littoral. Enfin, une aire d'étude éloignée peut être définie en fonction de la localisation des points stratégiques pour l'avifaune. Elle s'inscrit notamment dans une logique des effets cumulatifs de l'aménagement avec d'autres activités. Etant donné son étendue potentiellement vaste, cette aire d'étude éloignée peut être traitée à partir de données bibliographiques. Une zone témoin présentant des facteurs écologiques comparables à ceux de l'aire d'étude immédiate peut utilement être identifiée sur l'aire d'étude éloignée.

Pour le suivi des colonies l'AAMP recommande d'élargir l'étude à un cercle d'au moins 25 km autour de la zone d'implantation, suivant la dynamique des populations déduite de l'état initial.

Durée / Périodicité :

Il est recommandé de réaliser l'analyse de l'état initial sur deux années consécutives afin de prendre en compte la variabilité interannuelle et de prendre en compte la variabilité saisonnière.

Les suivis doivent être réalisés tous les ans pendant les phases de construction et de démantèlement. Pendant la phase d'exploitation, le suivi doit être réalisé tous les ans pendant les cinq premières années (à redéfinir selon les enjeux), puis tous les trois à cinq ans en fonction des enjeux et de la méthode utilisée.

Données à collecter :

Espèces présentes, abondance, distribution, déplacements, comportements et leurs variations temporelles en mer.

Caractéristique des vols (dont hauteur, direction, comportement) variations journalières et saisonnières.

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.8. Avifaune (à adapter en fonction des spécificités locales)

Méthodologie :

L'étude de l'avifaune peut être réalisée en deux temps : une étude de cadrage préalable essentiellement bibliographique, complétée dans un second temps par des observations terrains.

L'étude des enjeux doit permettre de définir le fonctionnement écologique de la zone et la localisation des grandes zones stratégiques (couloirs majeurs de déplacement local ou de migration, zones de repos, zones d'abris, etc.). Il s'agit d'une analyse bibliographique du site et de son environnement large, par consultation de l'ensemble des organismes susceptibles de détenir des données naturalistes. Le programme PACOMM (Programme d'Acquisition de Connaissances sur les Oiseaux et les Mammifères Marins) de l'AAMP constituera également une source d'information à utiliser. Des projets nationaux spécifiques (ex. survols aériens, balisage électronique des puffins yelkouan et cendrés en Méditerranée et des puffins des Anglais en Bretagne) ou des projets locaux (ex. l'équipement électronique des macreuses dans le golfe normand breton, l'équipement électronique des cormorans huppés en Iroise et dans le Mor Braz) fourniront des informations précises sur ces espèces patrimoniales à une échelle intéressante.

Les principales techniques d'observation terrain sont de deux types (observations directes par un ou plusieurs observateurs qualifiés) :

- Observations depuis la côte : elles permettent de détecter les oiseaux situés à moins de 2 km de la côte et de caractériser la dynamique de l'avifaune entre la terre et la mer ;
- Observations par transects (aérien ou par bateau) : elles permettent d'étudier plus en détail la fréquentation et le comportement des individus en pleine mer sur le site du projet.

A ces observations directes s'ajoute le suivi télémétrique (pose de balise, GPS ou géolocaliseurs sur des individus) pour le suivi des colonies et la détermination des zones fonctionnelles.

Ces techniques peuvent être complétées par des observations au radar ornithologique, et éventuellement par des observations par capteurs multiples (caméra HD, caméra infra-rouge, détecteurs de chocs), la photo aérienne HD se développant par ailleurs actuellement au Royaume-Uni.

La réalisation des observations doit s'appuyer sur des protocoles standardisés, adaptés au contexte du site grâce à l'avis des experts locaux et à l'avis de scientifiques référents nationaux (MNHN, CEBC-CNRS, CEFÉ). Les protocoles utilisés lors du Programme d'Acquisition de Connaissances sur les Oiseaux et Mammifères Marins (PACOMM) de l'AAMP pourront servir de base (protocole des campagnes SAMM). La consultation du guide méthodologique « Evaluation de l'état de conservation des habitats d'oiseaux marins au sein des ZPS » (Valéry, 2010) du SPN/MNHN peut également s'avérer utile.

Sources :

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.8. Avifaune (à adapter en fonction des spécificités locales)

LPO

AAMP : rapport final de la campagne "Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine (SAMM) dans le cadre du Programme d'Acquisition de Connaissances sur les Oiseaux et les Mammifères Marins (PACOMM) : <http://www.aieres-marines.fr/Connaitre/Habitats-et-especes-pelagiques/Oiseaux-et-mammiferes-marins-en-metropole>

Cadiou, B., 2010. Méthodes de suivi des colonies d'oiseaux marins : dénombrement de l'effectif nicheur et suivi de la production en jeunes. Document de travail GISOM (non publié), 97 p.

De Seynes, A. & André, Y., 2008. De l'inventaire des connaissances à la définition de protocoles de suivi des oiseaux en mer en prévision du développement des parcs éoliens offshore. Programme national éolien-biodiversité, ADEME-MEEDDAT-SER/FEE-LPO, 46 p.

Drewitt A. & Langston, R.H.W., 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis, 148(Supp. S1):29–42.

Valéry L., 2010. Etude de la répartition spatiale des oiseaux marins au large - Guide méthodologique pour le programme de connaissance Natura 2000 en mer. SPN/MNHN, 29 p.

Valéry L., 2010. Evaluation de l'état de conservation des habitats d'oiseaux marins au sein des ZPS – Guide Méthodologique . SPN/MNHN, 35 p.

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.8. Avifaune (à adapter en fonction des spécificités locales)

AVIFAUNE : OBSERVATIONS VISUELLES	Analyse de l'état initial	Suivi durant les phases opérationnelles			Suivi post-démantèlement
		Construction	Exploitation	Démantèlement	
Objectifs	Etudier l'abondance, la diversité et de la distribution des oiseaux à grande échelle, évaluer l'importance du site et définir le fonctionnement écologique de la zone de projet.	Evaluer l'impact de la phase de construction sur le comportement des oiseaux	Evaluer l'impact de la phase d'exploitation sur le comportement des oiseaux	Evaluer de l'impact de la phase de démantèlement sur le comportement des oiseaux	Évaluer le retour à l'état de référence « E ₀ »
Périmètre de l'étude	Observations focalisées sur l'aire d'étude immédiate, observations plus larges sur une bande entre l'aire immédiate et le littoral. Une aire d'étude éloignée peut être définie en fonction de la localisation des points stratégiques pour l'avifaune + une zone témoin non-impactée				
Durée	Min. : 1 cycle annuel Recommandé : 2 cycles annuels	Toute la phase de construction	Toute la phase d'exploitation	Toute la phase de démantèlement	Recommandé : au moins 3 cycles annuels (à définir en fonction des enjeux)
Périodicité recommandée	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans pendant les 3 premières années, voire les 5 si enjeu important. Tous les 5 ans ensuite.	Tous les ans	A définir en fonction des enjeux
Données à collecter	Identification, abondance, distribution, déplacements, comportements et leurs variations temporelles en mer et de jour				
Méthodologie	Observations directes par observateur(s) qualifié(s) : Relevés par transect bateau selon une stratégie d'échantillonnage préalablement définie. <u>Sur l'aire d'étude immédiate</u> : 1 fois par mois tout au long du cycle annuel <u>Sur une zone élargie</u> : couverture totale en une journée répétée plusieurs jours avec décalage des débuts et fins de passage. Relevés par transects aérien selon une stratégie d'échantillonnage préalablement définie <u>Sur l'aire d'étude immédiate</u> : 1 fois par mois tout au long du cycle annuel <u>Sur une zone élargie</u> : couverture totale en une journée répétée plusieurs jours avec décalage des débuts et fins de passage. Relevés par observation depuis la côte selon une stratégie d'échantillonnage préalablement définie Ces observations peuvent, dans la mesure du possible, être mutualisées avec les observations des mammifères marins				
Présentation des résultats	Description de la structure de la population au moyen d'indicateurs (de diversité, de distribution, abondance, comportements en mer et de jour) et évaluation des caractéristiques fonctionnelles de la zone d'étude Analyses statistiques des indicateurs afin de caractériser leur variabilité temporelle ; Comparaison des indicateurs avant installation et pendant les différentes phases opérationnelles du projet, entre la zone impactée et la zone témoin. Mise en perspective avec les tendances macro (issues des programmes nationaux...) Les différents indicateurs produits seront présentés sous forme de graphes accompagnés de cartes.				

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.8. Avifaune (à adapter en fonction des spécificités locales)

AVIFAUNE : OBSERVATIONS PAR RADARS	Analyse de l'état initial	Suivi durant les phases opérationnelles			Suivi post-démantèlement
		Construction	Exploitation	Démantèlement	
Objectifs	Etudier les déplacements des oiseaux (répartition et taux de passage), les comportements (hauteurs de vol) et leurs variations temporelles notamment sur l'aire d'étude immédiate	Evaluer les variations de l'activité de vol sur l'aire d'étude rapprochée durant la phase de construction	Evaluer les variations de l'activité de vol sur l'aire d'étude rapprochée durant la phase d'exploitation	Evaluer les variations de l'activité de vol sur l'aire d'étude rapprochée durant la phase de démantèlement	Évaluer le retour à l'état de référence « E ₀ »
Périmètre de l'étude	Aire d'étude immédiate				
Durée	Min. : 1 cycle annuel Recommandée : 2 cycles annuels	Toute la phase de construction	Toute la phase d'exploitation	Toute la phase de démantèlement	A définir selon les enjeux
Périodicité recommandée	Tout au long du cycle annuel – 60 sessions par cycle recommandées				
Données à collecter	Quantification de l'ensemble déplacements diurnes et nocturnes et des phénomènes migratoires des espèces sur un secteur Caractéristique des vols (dont hauteur, direction, comportement) variations journalières et saisonnières				
Méthodologie	Utilisation du radar embarqué sur un navire et/ou installation de radars fixes sur l'aire d'étude rapprochée pour caractériser les activités de vol. Utilisation possible du radar depuis une station à terre pour caractériser les fonctionnalités littoral/large et comparer les activités (migration notamment) à la côte et au large. En complément du radar, depuis une station à terre, des observations visuelles sont réalisées le long de la côte.				
Présentation des résultats	Représentation cartographique de l'activité (dont taux de passage, hauteur de vol, direction) Evaluation des impacts liés au projet				

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.8. Avifaune (à adapter en fonction des spécificités locales)

AVIFAUNE : OBSERVATIONS PAR CAPTEURS MULTIPLES	Analyse de l'état initial	Suivi durant les phases opérationnelles			Suivi post-démantèlement
		Construction	Exploitation	Démantèlement	
Objectifs	Etudier les déplacements des oiseaux, les comportements et leurs variations temporelles en mer et sur la côte, de nuit et de jour	Evaluer l'impact de la construction du parc sur l'avifaune	Evaluer les comportements des oiseaux à l'approche du parc ; identifier les collisions si couplage avec un détecteur de chocs	Evaluer l'impact du démantèlement du parc sur l'avifaune	Évaluer le retour à l'état de référence « E ₀ »
Périmètre de l'étude	Aire d'étude immédiate				
Durée	A définir		Toute la phase d'exploitation		
Périodicité recommandée	Tous les ans, mois ciblés selon les espèces		Tous les ans, mois ciblés selon les espèces		
Données à collecter	Quantification de l'ensemble déplacements nocturnes et des phénomènes migratoires des espèces sur un secteur Comportement, analyse des conditions d'approche et de franchissement des infrastructures				
Méthodologie	Utilisation de caméras fixées sur les infrastructures (mât, plate-forme technique). Analyse par un logiciel de discrimination / reconnaissance d'images Utilisation de capteurs acoustiques ou vibratoires, durant la phase d'exploitation, couplés à une caméra infrarouge ou thermique. Cette méthode doit être complétée par des analyses radar et observations par bateau pour évaluer la densité d'oiseaux sur un site donné.				
Présentation des résultats	Evaluation des comportements ; recensement et identification des espèces victimes de collision Analyses statistiques des indicateurs afin de caractériser leur variabilité temporelle en mer et sur la côte de nuit; Graphe de la fréquence de passage Etudes comparatives pluri - annuelles et /ou entre sites. Présentation des données de collision sous forme de graphe de la fréquence des collisions Etude des comportements des oiseaux et de leurs variations sur un même site				

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.8. Avifaune (à adapter en fonction des spécificités locales)

AVIFAUNE : SUIVI DES COLONIES	Analyse de l'état initial	Suivi durant les phases opérationnelles			Suivi post- démantèlement
		Construction	Exploitation	Démantèleme nt	
Objectifs	Définir les effectifs nicheurs, leur succès de reproduction leurs aires d'alimentation, ainsi que les espèces migratrices qui traversent la zone. Analyser la dynamique de la population et la fréquentation de la zone par les espèces nicheuses	Evaluer les impacts négatifs et/ou positifs de la phase de construction / exploitation / démantèlement sur la dynamique des populations, leur utilisation de l'espace marin et sur leur succès reproducteur			Evaluer le retour vers l'état initial
Périmètre de l'étude	Principales colonies situées à proximité (au moins 25 km ou plus, suivant la dynamique des populations déduite de l'état initial) Si possible, zones de référence avec des colonies comparables et hors d'atteinte des impacts du projet				
Durée	Min. : 1 cycle annuel Recommandée : au moins 2 cycles annuels	Toute la phase de construction	Durant les 5 premières années puis tous les 3/5 ans	Toute la phase de démantèlement	A définir
Périodicité recommandée	Décompte des effectifs : deux fois/an, aux saisons les plus significatives Suivi télémétrique : une fois par an		Décompte des effectifs une fois par an Suivi télémétrique : <i>A affiner suivant les résultats de l'évaluation initiale</i>		
Méthode	<u>Décompte annuel des effectifs et évaluation de la production</u> de jeunes sur toute ou partie de la colonie (suivant faisabilité) : plusieurs passages en période de reproduction (variable suivant les espèces). <i>Se rapprocher du GISOM + cf. guide « méthode de suivi des colonies d'oiseaux marins : dénombrement de l'effectif nicheur et suivi de la production en jeunes » Cadiou, 2010.</i> <u>Suivi télémétrique d'individus.</u> Cette méthode peut être envisagée selon les enjeux définis sur la zone du projet. La méthode doit être adaptée à l'accessibilité du site de reproduction et à la biologie de l'espèce considérée. <i>Se rapprocher du CEFÉ-CNRS et du CEBC-CNRS + cf. volet « habitats maritimes des puffins de France métropolitaine – approche par balises et analyses isotopiques » du « Guide méthodologique pour le programme de connaissances Natura 2000 en mer » Valéry, 2010.</i>				
Données à collecter	Effectif reproducteur, production d'œufs et de jeunes par nid, succès reproducteur (nombre de jeunes à l'envol, nombres de couples adultes divisé par le nombre de couples reproducteurs), taux de survie des juvéniles. Fréquentation de la zone, temps moyen passé sur la zone, nombre de passages dans la zone par individu et par jour et son évolution saisonnière, distance moyenne entre le nid et les zones d'alimentation, éventuellement temps moyen passé hors du nid. Si possible, nombre de collisions (fatales ou traumatisantes) et son évolution saisonnière				
Présentation des résultats	Description de la structure de la population au moyen d'indicateurs Analyses statistiques des indicateurs afin de caractériser leur variabilité temporelle Comparaison des indicateurs avant installation et pendant les différentes phases opérationnelles du projet, entre la zone potentiellement impactée et la zone témoin.				

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.9. Chiroptères (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.9. Chiroptères (à adapter en fonction des spécificités locales)

Objectif :

Dans un milieu aérien uniforme, la structure isolée que représente un parc éolien en mer peut constituer une zone attractive pour les chiroptères. L'étude des chauves-souris en mer concerne à la fois les mouvements migratoires entre deux zones terrestres et l'activité au large des espèces résidant sur le littoral. L'étude est rendue délicate par les difficultés d'observation, l'ampleur des aires d'étude, les lacunes documentaires et le manque de références sur les risques de mortalité.

Périmètre de l'étude :

Les observations en mer doivent être centrées sur l'aire d'étude immédiate du projet. Des observations à terre au niveau de la bande rétro-littorale sont également recommandées par la LPO. L'aire d'étude éloignée pourra être analysée à partir de données bibliographiques (étude des relations entre la zone du parc et le littoral notamment).

Durée / Périodicité :

L'analyse de l'état initial doit se baser sur un (durée minimale) ou deux (durée recommandée) cycles annuels. Un suivi doit ensuite être mis en place durant toute la période de construction et de démantèlement du parc. Pendant la phase d'exploitation, le suivi doit être réalisé tous les ans pendant les cinq premières années, puis tous les trois à cinq ans en fonction des enjeux.

Données à collecter :

Espèces présentes, abondance, utilisation de l'habitat, direction de vol, comportement/activité.

Méthodologie :

Comme pour l'étude de l'avifaune, l'étude des chiroptères peut être réalisée en deux temps : une étude des enjeux essentiellement bibliographique complétée dans un second temps par des observations terrain. Pour l'étude des enjeux, une étude bibliographique reposant sur la consultation d'experts mammalogistes et d'organismes spécialisés doit permettre d'identifier les espèces présentes et la localisation des grandes zones stratégiques (couloirs majeurs de déplacement local ou de migration, zones de repos, zones d'abris, etc.). Des observations terrains réalisées par détecteur à ultrasons permettent de recueillir un ensemble de données complémentaires notamment sur les liens fonctionnels. Le radar s'avère également efficace pour suivre les espèces de plus grande taille, localiser les voies de passage et repérer les directions de vol.

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.9. Chiroptères (à adapter en fonction des spécificités locales)

Présentation des résultats :

Les résultats pourront être présentés sous forme de taux d'activité, de cartes de l'utilisation écologique de l'aire d'étude, d'hypothèses sur les fonctionnalités ou d'enjeux chiroptérologiques associés à la zone de projet.

Sources :

LPO, NEOEN Marine

Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, J. Goodwin & C. Harbusch, 2008. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publication Series No. 3 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 51 pp.

Ahlén, I., Bach, L., Baagøe, H.J., Pettersson, J., 2007. Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Vindval report 5571, 35 p.

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.9. Chiroptères (à adapter en fonction des spécificités locales)

CHIROPTERES	Analyse de l'état initial	Suivi durant les phases opérationnelles			Suivi post-démantèlement
		Construction	Exploitation	Démantèlement	
Objectifs	Evaluer l'état initial « E ₀ » du compartiment, caractériser les zones utilisées par les chiroptères sur la zone du projet et son entourage (à terre et en mer) en tenant compte des mouvements migratoires	Evaluation de l'impact de la phase de construction sur la présence des chiroptères et sur leur utilisation des habitats dans l'aire d'étude immédiate	Evaluation de l'impact de la phase d'exploitation sur les chiroptères et sur leur utilisation de l'aire d'étude immédiate	Evaluation de l'impact de la phase de démantèlement sur les chiroptères et sur leur utilisation de l'aire d'étude immédiate	Etudier le retour à l'état « E ₀ »
Périmètre de l'étude	Aire d'étude éloignée : Bibliographie (mouvement migratoire) Aire d'étude immédiate : observation en mer (fréquentation, impacts) Bande rétro-littorale : observation à terre (lien entre la zone de projet et la côte)				
Durée	Min. : 1 cycle annuel Recommandée : 2 cycles annuels	Toute la phase de construction	Suivi régulier pendant 5 ans puis une fois tous les 3/5 ans	Toute la phase de démantèlement	A définir selon les enjeux du site
Périodicité recommandée	Tous les ans (mois ciblés selon les espèces d'intérêt)	Tous les ans (mois ciblés selon les espèces d'intérêt)	Tous les ans (mois ciblés selon les espèces d'intérêt)	Tous les ans (mois ciblés selon les espèces d'intérêt)	A définir selon les enjeux du site
Données à collecter	Espèces présentes, abondance (nombre de contact/unité de temps ou de distance). Utilisation de l'habitat, activités (chasse, cris sociaux, parades, etc.), activités saisonnières (migrations, mises-bas, transit, swarming, etc.), direction de vol.				
Méthodologie	Réalisation d'enregistrements ultrasonores à l'aide d'un enregistreur portable (type Batreceiver/Anabat) sur des points stratégiques. <u>En mer</u> : enregistrements nocturnes par bateau et/ou sur des points fixes (éoliennes en phase d'exploitation) <u>A terre</u> : enregistrements effectués par une personne à pied le long d'un parcours littoral de quelques km. Ces parcours sont ponctués de point fixes d'écoute (longueur standard à déterminer en fonction du temps de parcours)				
Présentation des résultats	Taux d'activité, cartes de l'utilisation écologique de l'aire d'étude, hypothèses sur les fonctionnalités, enjeux chiroptérologiques associés à la zone de projet.				

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.10. Usages halieutiques (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.10. Usages halieutiques (à adapter en fonction des spécificités locales)

Objectif :

En mobilisant un périmètre en mer et du fait de leurs effets potentiels sur les ressources halieutiques, les parcs éoliens ont des impacts sur l'activité de pêche, qu'ils soient positifs ou négatifs. La connaissance de l'organisation de cette activité en mer est un préalable indispensable à une conception adéquate et harmonieuse du projet avec les pratiques de pêche locales, à une évaluation pertinente de ses impacts et à la définition de mesures adaptées aux enjeux ainsi révélés.

Périmètre de l'étude :

L'observation de l'organisation de l'activité doit être réalisée à une échelle suffisante pour intégrer l'ensemble des pêcheurs fréquentant la zone du projet ou dont les trajets de navigation recoupent cette zone. Il est également nécessaire de pouvoir appréhender les possibilités de redéploiement de l'effort de pêche sur d'autres zones (qui peuvent être rendues impossible du fait de restrictions techniques, d'absence de quotas, etc.) et les possibles conséquences d'un tel redéploiement (problèmes de cohabitation). Il est donc nécessaire d'analyser les stratégies de pêche.

Concernant les investigations plus spécifiques sur la ressource, elles doivent se tenir sur l'aire d'étude éloignée, c'est à dire là où le projet est susceptible d'avoir un impact significatif, tout en tenant compte des effets de la dégradation potentielle de l'habitat de certaines ressources dans la zone du projet pouvant avoir un impact sur les ressources alentour. L'étude doit également veiller à intégrer et évaluer l'existence d'impacts sur la filière à terre associée.

Données à collecter :

Organisation et pratiques de l'activité sur le territoire : ports de pêche, zones de pêche, criées, trajets de navigation, flottilles, métiers de pêche pratiqués (arts traînants, arts dormants, pêche à pied, ...), saisons d'activité, emplois, etc.

Ressources : espèces cibles, quotas, gisements coquillers, captures, etc.

Plusieurs types de données existent aujourd'hui pour l'analyse des usages halieutiques :

- Les **fichiers « Flotte de pêche communautaire »** (FPC) et « **Armateurs** » référencent l'ensemble des navires de pêche professionnelle de la flotte française et leurs caractéristiques techniques. [Source : *Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (DPMA)*] ;
- La **base nationale de données des pêcheurs à pied professionnels** [Source : *DPMA*] ;
- Les **données de déclaration de captures et d'effort de pêche** renseignées par les professionnels résultent d'obligations réglementaires communautaires

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.10. Usages halieutiques (à adapter en fonction des spécificités locales)

pour les navires de 10 m et plus (journaux de bord, fig. 22) et nationales pour les navires de moins de 10 m et la pêche à pied (fiches de pêche). Les déclarations des navires et des pêcheurs à pied sont enregistrées par marée, engin, secteur de pêche et espèce [Source : DPMA] ;

- Les **données de ventes**, qui sont essentiellement relatives aux ventes en criée, renseignent les ventes de chacun des navires en poids et en valeur par espèce et par lieu de vente [Source : France Agrimer] ;
- Les **données d'enquêtes « Activité »** réalisées chaque année par le réseau des observateurs du Système d'Information Halieutique (SIH) de l'IFREMER pour l'ensemble des navires de Mer du Nord – Manche – Atlantique, de Méditerranée (hors Corse) et des départements d'Outre-Mer, inscrits au fichier « Flotte nationale » visent à reconstituer le calendrier des activités annuelles des navires de l'année passée, à partir des données déclaratives et de ventes, (quand elles existent) et au moyen d'enquêtes directes auprès des armateurs de ces navires et de leurs représentants professionnels. [Source : Ifremer – SIH] ;
- Les **données issues d'un système de géolocalisation des captures** (ex. VMS : Vessel Monitoring System) qui s'appliquent à tous les navires de plus de 15 m (et de plus de 12 m depuis le 1^{er} janvier 2012), dans le cadre réglementaire communautaire. Ce système enregistre et transmet la position de tous les navires équipés d'un dispositif de localisation par satellite avec une résolution temporelle d'une heure. [Source : DPMA qui exerce la maîtrise d'ouvrage du dispositif, la Direction des Affaires Maritimes (DAM) en assurant la maîtrise d'œuvre] ;

La mise à disposition des données collectées dans un cadre réglementaire requiert l'accord de la DPMA. Les données ne peuvent l'être que sous format agrégé (rectangles de 1/2° de latitude, 1° de longitude, soit 6 000 km²) à l'échelle de rectangles afin de respecter la confidentialité individuelle. La diffusion de données VMS, sous quelque forme que ce soit (donnée brute ou agrégée, carte) n'est actuellement pas autorisée par l'administration française des pêches.

Une exploitation des données agrégées est néanmoins réalisée par l'IFREMER, qui fournit des synthèses annuelles³⁵ par rectangle statistique portant une série d'indicateurs descriptifs de la flotte et de l'activité de pêche s'exerçant dans le rectangle :

- Les caractéristiques techniques et port de provenance des navires actifs dans le rectangle statistique ;
- Le rayon d'action annuel et flottilles d'appartenance des navires concernés ;
- Les engins de pêche utilisés dans le rectangle statistique ;
- la saisonnalité de l'activité par engin dans le rectangle statistique ;
- l'indicateur de fréquentation et « dépendance » des navires au rectangle statistique ;
- les captures par espèce issues du rectangle statistique.

³⁵ Ces synthèses sont en libre accès sur le site Internet du SIH (www.ifremer.fr/sih Rubrique « Les Produits »).

3.4.10. Usages halieutiques (à adapter en fonction des spécificités locales)

De nombreuses données sur les **usages halieutiques** sont collectées dans un cadre réglementaire communautaire ou national (voir encadré ci-après). Toutefois, leur mise à disposition est souvent complexe et seules des données agrégées à des échelles le plus souvent inadéquates à une analyse d'état initial de projet sont généralement consultables. Néanmoins, elles fournissent des informations qui permettent de cadrer l'analyse. Dans ce contexte, trois démarches complémentaires peuvent être privilégiées :

- | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|---|---------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|------------|--------------------------------|------------|------|-----|--|
| N° FRA 4407636 | | JOURNAL DE BORD DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES | | Jour | | Mois | | Année | | 2010 | | |
| Nom de (des) navire(s) et indicatif radio v'il y en a un (1) | | | | Nom de (des) capitaine(s) (1) | | Départ (4) | | 12 | | 05 | | |
| JEAN CARNELOUX | | | | [REDACTED] | | Retour (5) | | 12 | | 05 | | |
| FNEV | | | | [REDACTED] | | Débarquement (6) | | 12 | | 05 | | |
| LORIENT | | | | [REDACTED] | | Nom et indicatif radio v'il y en a un | | | | | | |
| Engin (3) | | Mallage (V) | | Dimension (10) | | En cas de transbordement (7) | | Jour | | Mois | | |
| CTB | | 120 | | 12 | | | | N° d'identification (numéro) | | | | |
| | | | | | | | | Nationalité du navire recevant | | | | |
| Captures par espèces remises à bord en kg poids vif de nombre de poissons (15) | | | | | | | | | | | | |
| Date (11) | Nombre d'opérations de pêche (12) | Temps de pêche (13) | Position (14) | Direction, courants, vents, etc. (16) | Zone de pêche (17) | ANF
USP | ANG
BLI | CGF
BSF | CMO
RIB | | | |
| Indiquer le poids vif de l'unité utilisée en kg pour | | | | | | | | | | | | |
| Poids | | | | | | | | | | | | |
| SORTIR ZONE CABILLAUD le 11/05/2010 à 05:40 UTC PST: 53°58'N et 007°34'W TRAVERSÉ LIGNE NORD | | | | | | | | | | | | |
| ENTRÉE BOE ELIMINUES le 11/05/2010 à 08:00 UTC PST: 53°00'N et 007°34'W | | | | | | | | | | | | |
| 11/05 | 2 | 12h | 46.4 | 15.2 | 300 | 24 | 236 | 83 | 1573 | | | |
| SORTIR BOE ELIMINUES le 11/05/2010 à 22:45 UTC PST: 53°43'N et 03°03'W | | | | | | | | | | | | |
| ENTRÉE BOE ELIMINUES le 12/05/2010 à 00:30 UTC PST: 53°00'N et 03°40'W | | | | | | | | | | | | |
| 12/05 | 3 | 18h | 46.0 | 15.2 | 300 | 637 | 30 | 1502 | 103 | 4633 | 443 | |
| SORTIR BOE ELIMINUES le 12/05/2010 à 21:55 UTC PST: 53°30'N et 00°14'W | | | | | | | | | | | | |
| Déclaration de débarquement / Transbordement (*) en kg en unité utilisée (18) : soit | | | | | | | | | | | | |
| Présentation du poisson (17) | | | | | | | | | | | | |
| Quantité (19) | | | | | | | | | | | | |
| Présentation du poisson (17) | | | | | | | | | | | | |
| Quantité (19) | | | | | | | | | | | | |
| Présentation du poisson (17) | | | | | | | | | | | | |
| Quantité (19) | | | | | | | | | | | | |
| Signature Capitaine | | | | | | | | | | | | |
| Mandat (20) | | | | | | | | | | | | |
| Fournisseur | | | | | | | | | | | | |
| nom et adresse de mandataire | | | | | | | | | | | | |

L'enquête auprès des pêcheurs constitue la principale démarche à mettre en œuvre, d'autant qu'elle participe par ailleurs au processus de concertation. Il peut néanmoins être estimé que les réponses à des questions ciblées sur le futur projet pourraient être biaisées par le contexte. Les sources à privilégier sont les professionnels et leurs instances représentatives (comités de pêche régionaux et départementaux ou

3.4. Exemples de protocoles d'échantillonnage pour l'état actuel et le suivi environnemental (à adapter en fonction des spécificités locales)

3.4.10. Usages halieutiques (à adapter en fonction des spécificités locales)

~~interdépartementaux, prud'homies en Méditerranée, criées, syndicat de gestion des ports, etc.).~~

Les observations sur site ne fournissent par ailleurs que des informations qualitatives des usages correspondant aux situations instantanées des observations.

Sources :

CNPMEM

DPMA

IFREMER : <http://wwwz.ifremer.fr/drogm/Ressources-minerales/Materiaux-marins/Protocoles/Usages-halieutiques>

MEDDE, 2012. Energies Marines Renouvelables – Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques – Version 2012, 342 p.

3.5. Outils d'analyse et d'évaluation des impacts

3.5.1. Evaluation de la sensibilité des espèces

3.5. Outils d'analyse et d'évaluation des impacts³⁶

3.5.1. Evaluation de la sensibilité des espèces

Comme évoqué p.55., la sensibilité d'une espèce est déterminée par l'estimation de sa tolérance et de sa résilience à une perturbation. Elle est déterminée sur la base des caractéristiques biologiques et physiques de l'espèce et de l'amplitude, de la durée et de la fréquence de la perturbation.

Les échelles de tolérance et de résilience des espèces ainsi que les grilles d'évaluation des impacts proposées ci-dessous sont extraites de l'étude « **Energie Marines Renouvelables – Etude Méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques** » (MEDDE, 2012) et sont inspirées de la méthodologie MarLIN. La méthode MarLIN évalue la sensibilité des espèces et donc l'impact de la perturbation sur ces espèces, par croisement de leur tolérance et de leur résilience.

Tableau 12 : Echelle de tolérance des espèces à un effet (source : Egis d'après MarLIN)

Tolérance	Description
Aucune	Le peuplement de l'espèce est susceptible d'être détruit par la perturbation considérée
Faible	Certains individus de l'espèce sont susceptibles d'être détruits par la perturbation considérée et la viabilité du peuplement est remise en cause
Modérée	Aucun individu n'est susceptible d'être détruit par la perturbation mais la viabilité du peuplement est remise en cause
Forte	La perturbation n'a pas d'impact sur la survie ou la viabilité de l'espèce
Améliorée	La viabilité du peuplement peut être améliorée (impact positif)
Information insuffisante	Les informations disponibles ne permettent pas de conclure

Tableau 13 : Echelle de résilience des espèces à un effet (Source : Egis d'après MarLIN).

Résilience	Description
Nulle	Le rétablissement est impossible
Très faible	Un rétablissement partiel n'est envisageable qu'après au moins 10 ans et le temps de rétablissement complet peut s'étendre au-delà de 25 ans, voire ne jamais être atteint
Faible	Un rétablissement partiel est envisageable sous 10 ans et le temps de rétablissement complet peut s'étendre jusqu'à 25 ans.
Modérée	Un rétablissement partiel est envisageable sous 5 ans et le temps de rétablissement complet peut s'étendre jusqu'à 10 ans

³⁶ Extrait de l'étude « Energie Marine Renouvelable » (MEDDE, 2012).

3.5. Outils d'analyse et d'évaluation des impacts

3.5.1. Evaluation de la sensibilité des espèces

Résilience	Description
Forte	Un rétablissement complet est attendu sous un délai maximal de 5 ans
Très forte	Le rétablissement complet est attendu sous un délai de quelques semaines s'étendant au maximum à 6 mois
Immédiate	Le rétablissement a lieu dans un délai maximal de quelques jours
Non pertinent	A définir lorsque la résistance n'est pas pertinente ou peut ne pas être déterminée
Information insuffisante	Les informations disponibles ne permettent pas de conclure

Tableau 14 : Evaluation du sens et de l'amplitude des impacts en fonction des échelles de résilience et de tolérance des espèces (source : Egis d'après MarLIN).

IMPACT		Résilience						
		Nulle	Très faible (>25ans)	Faible (>10/25 ans)	Modérée (>5/10 ans)	Forte (< 5 ans)	Très forte (< 6 mois)	Immédiate (< 1 semaine)
Tolérance	Nulle	Très fort	Très fort	Fort	Modéré	Modéré	Faible	Très faible
	Faible	Très fort	Fort	Fort	Modéré	Faible	Faible	Très faible
	Modérée	Fort	Modéré	Modéré	Faible	Faible	Très faible	Nul
	Forte	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul
	Améliorée	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif

NB : la méthode MarLIN définit la **sensibilité** des espèces par croisement de leur tolérance et de leur résilience. Dans la méthode proposée ici, la résistance et la résilience étant directement définies par rapport à l'effet, l'impact peut être directement défini par croisement de ces deux données.

3.5. Outils d'analyse et d'évaluation des impacts

3.5.1. Evaluation de la sensibilité des espèces

Tableau 15 : Grille d'évaluation des impacts sur les espèces et les habitats (source : MEDDE, 2012)

Impact	Description
Très fort	La sensibilité très forte est décrite par le scénario suivant : ▪ L'habitat ou l'espèce est très gravement affecté par la pression (mort ou destruction) et son rétablissement n'est attendu qu'après une période de temps prolongée (> 25 ans) voire non envisagé ; ▪ L'habitat ou l'espèce est gravement affecté par la pression (blessure ou dégradation) et son rétablissement n'est pas envisagé.
Fort	La sensibilité forte est décrite par le scénario suivant : ▪ L'habitat ou l'espèce est très gravement affecté par la pression (mort ou destruction) et son rétablissement n'est attendu qu'après une longue période de temps (10 à 25 ans) ; ▪ L'habitat ou l'espèce est gravement affecté par la pression (blessure ou dégradation) et son rétablissement n'est attendu qu'après une longue période de temps (10 à 25 ans) ; ▪ L'habitat ou l'espèce est affecté par la pression (viabilité réduite) mais son rétablissement n'est pas attendu et l'habitat ou l'espèce demeure vulnérable à des perturbations ultérieures.
Modéré	La sensibilité modérée est décrite par le scénario suivant : ▪ L'habitat ou l'espèce est très gravement affecté par la pression (mort ou destruction) et son rétablissement est attendu dans un délai de 1 à 10 ans ; ▪ L'habitat ou l'espèce est gravement affecté par la pression (blessure ou dégradation) et son rétablissement est attendu dans un délai de 5 à 10 ans ; ▪ L'habitat ou l'espèce est affecté par la pression (viabilité réduite) et son rétablissement n'est attendu qu'après une longue période de temps (> 10 ans) au cours de laquelle l'habitat ou l'espèce demeure vulnérable à une nouvelle perturbation.
Faible	La sensibilité faible est décrite par le scénario suivant : ▪ L'habitat ou l'espèce est très gravement affecté par la pression (mort ou destruction) mais son rétablissement est attendu rapidement, dans un délai inférieur à 1 an ; ▪ L'habitat ou l'espèce est gravement affecté par la pression (blessure ou dégradation) et son rétablissement est attendu dans un délai relativement court compris entre 1 et 5 ans ; ▪ L'habitat ou l'espèce est affecté par la pression (viabilité réduite) et son rétablissement n'est attendu que dans un délai de 1 à 10 ans.
Très faible	La sensibilité très faible est décrite par le scénario suivant : ▪ L'habitat ou l'espèce est très gravement affecté par la pression (mort ou destruction) mais son rétablissement est attendu immédiatement (< 1 semaine) ; ▪ L'habitat ou l'espèce est gravement affecté par la pression (blessure ou dégradation) mais son rétablissement est attendu immédiatement (< 1 semaine) ; ▪ L'habitat ou l'espèce est affecté par la pression (viabilité réduite) et son rétablissement est attendu dans un délai de 1 an maximum.
Aucun	L'absence de sensibilité est décrite par le scénario suivant : ▪ L'habitat ou l'espèce est affecté par la pression (viabilité réduite) et son rétablissement est attendu immédiatement (< 1 semaine) ; ▪ L'habitat ou l'espèce n'est pas affecté par la pression.
Positif	L'habitat ou l'espèce est susceptible de bénéficier de la pression par exemple par une amélioration de sa viabilité.
Non pertinent	L'habitat ou l'espèce est protégé de la pression ou a la capacité d'éviter cette pression.

3.5. Outils d'analyse et d'évaluation des impacts

3.5.2. Evaluation de la sensibilité des habitats

3.5.2. Evaluation de la sensibilité des habitats

D'après la méthode MarLIN, la sensibilité des habitats dépend de la sensibilité des espèces remarquables qui le composent. Les espèces remarquables sont les espèces qui influencent l'écologie de l'habitat de manière significative. Il existe différents types d'espèces remarquables, tels que définis ci-dessous dans le tableau 16.

Tableau 16 : . Description des espèces qui influencent l'écologie d'un habitat de manière significative (MEDDE, 2012).

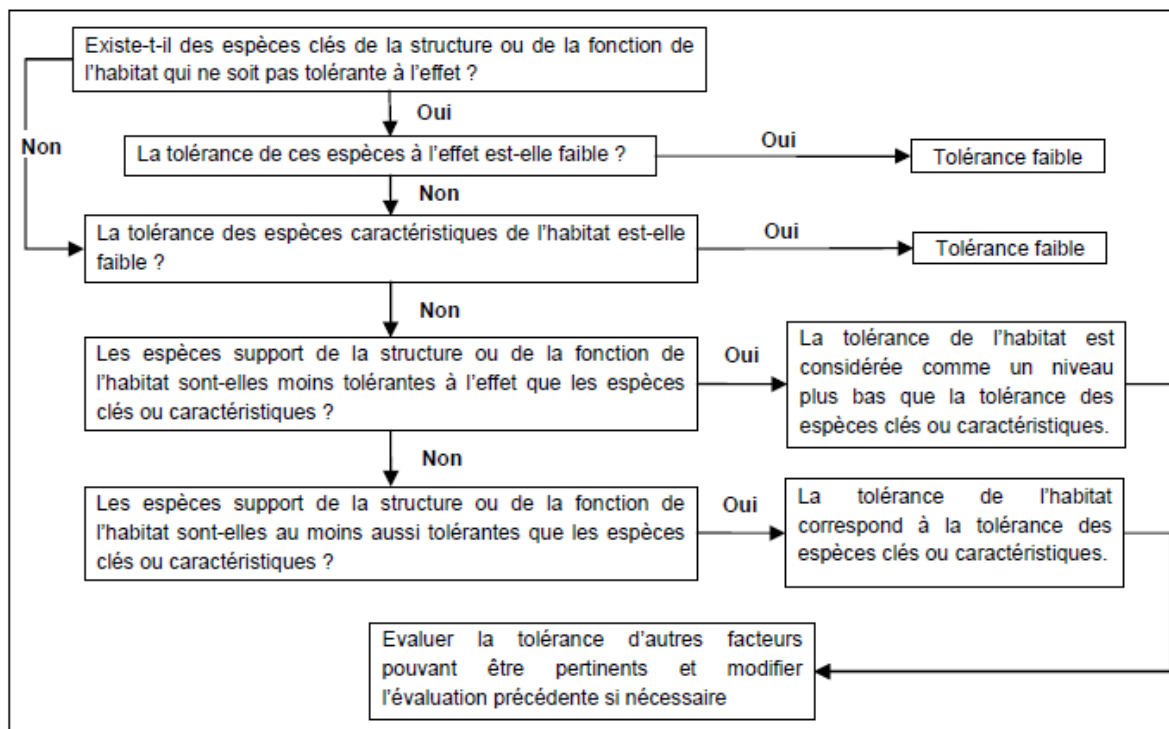
Type d'espèce	Description
Espèce clé structurelle	L'espèce constitue un habitat spécifique qui abrite une communauté d'espèces dépendante de cet habitat. La perte ou l'altération du peuplement de cette espèce entraîne inévitablement la perte ou l'altération de la communauté d'espèces associée
Espèce clé fonctionnelle	L'espèce maintient la structure et la fonction de l'habitat au travers d'interactions spécifiques avec d'autres espèces de l'habitat (prédation, broutage, compétition, etc.)
Espèce caractéristique	L'espèce est caractéristique de l'habitat et importante pour sa classification. La perte du peuplement de cette espèce est susceptible d'entraîner la perte de l'habitat
Espèce support structurelle	L'espèce interagit positivement avec les espèces clés ou caractéristiques et constitue un élément important de leur viabilité. La perte ou la dégradation de ce peuplement d'espèce est susceptible de réduire cette viabilité
Espèce support fonctionnelle	L'espèce est la source dominante de matière organique ou de production primaire au sein de l'écosystème. La perte ou l'altération de cette espèce est susceptible de modifier la structure et la fonction de l'habitat
Espèce support autre	Espèce ne rentrant pas dans les critères présentés ci-dessus mais dont l'importance pour la stabilité de l'écosystème est suggérée par les connaissances disponibles sur l'habitat en question

L'identification de ces différents types d'espèce sur la zone d'étude permet ensuite d'évaluer la tolérance des habitats à l'aide des arbres décisionnels proposés p.151.

3.5. Outils d'analyse et d'évaluation des impacts

3.5.2. Evaluation de la sensibilité des habitats

Arbre décisionnel pour la définition de la tolérance d'un habitat à un effet (Source : MarLIN)



Arbre décisionnel pour la définition de la résilience d'un habitat à un effet (Source :MarLIN)

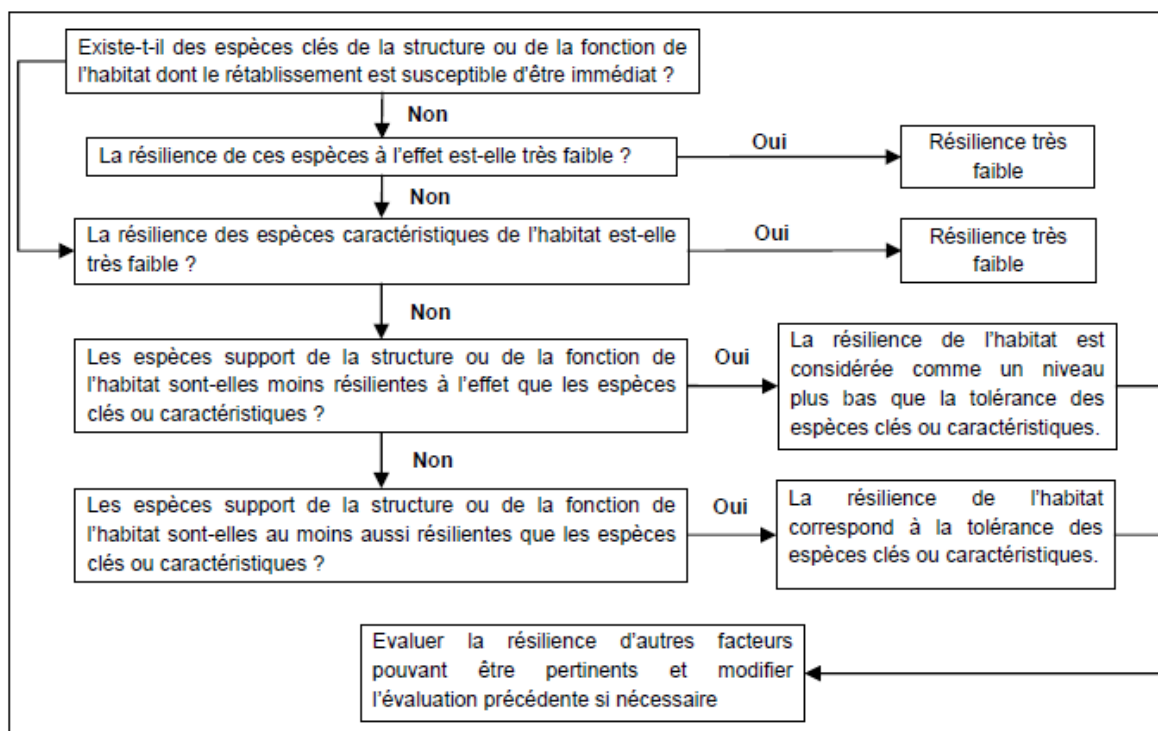


Figure 19 : Arbres décisionnels pour la définition de la tolérance et de la résilience d'un habitat à un effet. (source : MEDDE, 2012)

3.5. Outils d'analyse et d'évaluation des impacts

3.5.3. Evaluation de la sensibilité des activités socio-économiques

3.5.3. Evaluation de la sensibilité des activités socio-économiques

D'après la méthode MarLIN, les impacts du projet éolien en mer sur les activités socio-économiques peuvent être hiérarchisés comme suit :

Tableau 17 : Echelle d'impact des activités socio-économiques en fonction de l'amplitude de l'effet (source : EMEC).

Impact	Description
Fort	L'activité est perturbée à un niveau entraînant une perte de revenus ou d'opportunité supérieure à ce que pourrait induire la variabilité ou les risques normalement associés à l'activité. Conséquences potentielles immédiate sur la santé publique ou le bien-être.
Modéré	L'activité est perturbée à un niveau entraînant une perte de revenus ou d'opportunité d'un ordre de grandeur similaire à la variabilité ou les risques normalement associés à l'activité. Conséquences possibles mais peu probables sur la santé publique ou le bien-être.
Faible	Nuisances potentielles sur certaines activités ayant une conséquence mineure sur les revenus ou les opportunités. Nuisances non préjudiciables sur le public.
Négligeable	Effet ressenti mais n'entraînant aucune nuisance sur les activités ou les personnes.
Sans interaction	Aucune.
Positif	Bénéfices aux activités ou aux personnes.

Dans la même logique que la définition de la sensibilité sur les espèces ou les habitats, une dimension de résilience pourrait être ajoutée à cette réflexion. Il s'agirait de définir en quoi l'activité ou l'usage a la capacité à surmonter la perturbation, en d'autres termes à utiliser les ressources disponibles pour anticiper ou réagir à l'effet.

3.6. Analyse prévisionnelle des impacts : fiches thématiques par composante

NB : Ces fiches sont toutes extraites de l'étude « **Energie Marines Renouvelables – Etude Méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques** » (MEDDE, 2012)

3.6.1. Analyse prévisionnelle des impacts liés aux interactions mécaniques avec les fonds

3.6.1.1. Analyse prévisionnelle des impacts du remaniement du substrat

Caractérisation du remaniement du substrat

Eléments de caractérisation - Localisation, surface et profondeur remaniée, fréquence des remaniements, vocation du fond remanié (laissé nu ou couvert par un ouvrage).

Méthodes et faisabilité -

Ces éléments sont définis directement à partir des prescriptions techniques du projet. A noter que cet effet englobe également le recouvrement des fonds par des installations (caisson, ancrage) sans remaniement préalable.

Caractérisation de la sensibilité des récepteurs

Eléments de caractérisation - Les récepteurs directement concernés par les actions mécaniques de remaniement des fonds sont les organismes benthiques (faune enfouie, épifaune, flore) et les habitats qu'ils constituent.

La tolérance de ces éléments à un travail des fonds peut être définie sur la base de leur **mobilité** (sessile, capacité de fuite si mobile) et de leur **dépendance** aux habitats visés et autres espèces sensibles. Si les effets sur les espèces pélagiques et la chaîne trophique sont indirects et résultent a priori dans des impacts faibles, la tolérance de ces espèces peut également être évaluée sur la base de leur dépendance aux habitats et espèces visés par les actions mécaniques sur les fonds.

La résilience des récepteurs peut être évaluée sur la base de leur **cycle biologique** et des **conditions édaphiques** dont ils dépendent.

Méthodes et faisabilité - Le renseignement de ces éléments peut se baser sur la bibliographie scientifique relative à la biologie des espèces, les résultats scientifiques d'opérations similaires et les dires d'expert. Le site internet *Marine Life Information Network (MarLIN)* propose une base de données de la sensibilité des espèces et des habitats marins des côtes britanniques à différentes pressions. La sensibilité aux

3.6. Analyse prévisionnelle des impacts : fiches thématiques par composante

3.6.1. Analyse prévisionnelle des impacts liés aux interactions mécaniques avec les fonds

remaniements de substrat est traitée. Cette base de données peut constituer une information pertinente pour les espèces marines de Manche et d'Atlantique.

Evaluation des impacts

L'appréciation des impacts peut être réalisée par réalisation de cartographies de sensibilité du milieu et par superposition de cartographies des opérations de travail du fond prévues dans le cadre des travaux. Ce type de représentation permet notamment d'apprécier les surfaces mises en jeu au regard de la distribution globale des espèces et des habitats sur la zone.

Mesures (éviter, réduire, compenser)

Choix d'une autre zone d'implantation - Face au caractère inévitable de la destruction des espèces non ou peu mobiles et des habitats liés au remaniement des sédiments, l'unique mesure disponible pour supprimer l'effet est le déplacement de l'opération sur une autre zone. Ceci peut être envisagé pour toute espèce ou tout habitat protégé (résilience nulle ou faible, par exemple : herbiers, coralligène, champ d'algues).

Adaptation des techniques de travaux - Concernant les câbles, parmi les différentes techniques d'ensouillage existantes, l'utilisation d'une charrue a le moindre effet sur le sédiment. Elle soulève le sédiment, place le câble et permet au sédiment de remplir le tracé naturellement. D'autres techniques telles que la trancheuse et le jetting, coupent le sédiment et limitent son remplacement à un état naturel.

On notera que chacune de ces techniques n'est pas applicable sur tout type de fond et que c'est ainsi la nature des fonds qui détermine en grande partie le type de technologie utilisée. Pour les tranchées réalisées sur des fonds à grosse granulométrie dont le remplissage naturel est limité, un remplissage artificiel peut être envisagé pour faciliter la recolonisation. Le forage dirigé horizontal constitue par ailleurs une technologie efficace pour éviter les dommages en milieu terrestre. On consigne son utilisation aux habitats sensibles tels que les zones intertidales et côtières dont les dunes, les falaises de craie ou encore les salines. Dans le cas de la ferme offshore de Thanet par exemple, le forage horizontal était proposé du fait de la présence d'une végétation saline sur le tracé retenu (Thanet Offshore Wind Ltd., 2007).

Enfin, la stabilisation des navires et des barges impliquent des ancrages fréquents. Afin de limiter les impacts de ces ancrages sur les fonds, des zones d'exclusion d'ancrage peuvent être définies au niveau des habitats les plus sensibles. L'utilisation d'annexes qui soulèvent les ancres limite le raclement des ancres sur les fonds.

3.6.1.2. Analyse prévisionnelle des impacts de la remise en suspension de matériaux

Caractérisation de la remise en suspension de matériaux

Éléments de caractérisation - La remise en suspension doit être caractérisée en termes d'**étendue géographique, de persistance, d'occurrence et de qualité**.

Méthodes et faisabilité - Ces éléments peuvent être appréciés à partir des connaissances physiques du milieu (caractéristiques physico-chimiques des matériaux, et notamment présence de contaminants persistants, hydrodynamisme) et des spécifications techniques du projet (période de travaux). Une appréciation précise de la dispersion des particules peut être réalisée par modélisation en cas d'enjeux forts à proximité (habitats sensibles, zones de cultures marines, etc.). Les données d'entrée de ce type de modèles sont les données hydrodynamiques et les caractéristiques granulométriques des matériaux.

Caractérisation de la sensibilité des récepteurs

Les récepteurs directement concernés par les remises en suspension de matériaux sont les **organismes benthiques** (faune enfouie, épifaune, flore), les **habitats** qu'ils constituent et les **usages** dépendants de la qualité des eaux (pêche professionnelle, aquaculture et baignade dans une moindre mesure)

➤ Habitats benthiques

Éléments de caractérisation - La tolérance des organismes benthiques à une remise en suspension de matériaux peut être définie sur la base de leur **mobilité** (sessile, capacité de fuite si mobile), de leur **physiologie** (processus d'alimentation, de respiration ou de photosynthèse et capacité d'évacuation des particules) et de leur **dépendance** aux habitats visés et aux autres espèces sensibles. Si les effets sur les espèces pélagiques et la chaîne trophique sont indirects et résultent a priori dans des impacts faibles, la tolérance de ces espèces peut également être évaluée sur la base de leur dépendance aux habitats et espèces visés par les remises en suspension sur les fonds. La définition des impacts directs étant déjà complexe, les possibilités d'évaluation et même d'étude de ces impacts indirects sont très limitées. La résilience de ces organismes peut être évaluée sur la base de leur **cycle biologique** et des **conditions édaphiques** dont ils dépendent.

Méthodes et faisabilité - Le renseignement de ces éléments peut se baser sur la bibliographie scientifique relative à la biologie des espèces, les résultats scientifiques d'opérations similaires et les dires d'expert. Le site internet *Marine Life Information Network (MarLIN)* propose une base de données de la sensibilité des espèces et des habitats marins des côtes britanniques à différentes pressions. La sensibilité à la remise en suspension et l'augmentation de la turbidité est traitée. Cette base de données peut constituer une information pertinente pour les espèces marines de Manche et d'Atlantique.

➤ Usages

Pour les cultures marines, les indications fournies ci-avant sur l'évaluation des impacts sur les organismes benthiques peuvent être repris. Les principales productions visées sont les productions conchylicoles et il s'agit d'évaluer comment ces productions peuvent être affectées par une exposition à une eau chargée en matières en suspension à des niveaux plus importants que ceux dans lesquels elle évolue habituellement.

Par ailleurs, la présence éventuelle de contaminants (métaux lourds, PCB, ...) dans les sédiments remis en suspension est susceptible d'augmenter la contamination des ressources halieutiques, les rendant impropres à la consommation et affectant ainsi les usages liés à leur exploitation.

Les seuils de qualité des eaux de baignade sont définis par la réglementation européenne, retranscrite en droit français (Directive 2006/7/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 février 2006).

Evaluation des impacts

L'appréciation des impacts peut être réalisée à l'aide de cartographies de sensibilité du milieu et par superposition des modélisations de dispersion réalisées. Ce type de représentation permet notamment d'apprécier les surfaces mises en jeu au regard de la distribution globale des espèces et des habitats, et des usages sensibles sur la zone.

Mesures (éviterement, réduction, compensation)

Choix de techniques d'intervention de moindre impact - Au-delà d'un choix approprié de la localisation des ouvrages ou du tracé des câbles, le choix d'outils appropriés peut permettre de réduire les sédiments remis en suspension et les effets associés.

Choix de périodes d'intervention de moindre impact - Le choix des périodes d'intervention les plus adaptées peut permettre de réduire les effets de la remise en suspension de matériaux. Il est recommandé de choisir les périodes pour lesquelles les conditions océanographiques sont les plus favorables : faible hydrodynamisme conditionnant une faible portée des matériaux, courants favorables à l'évitement des enjeux majeurs, période d'absence ou de faible activité des espèces ou des usages sensibles, etc.

3.6.2. Analyse prévisionnelle des impacts du bruit

Caractérisation du bruit

Éléments de caractérisation – Le bruit doit être caractérisé en termes de **propriétés acoustiques à la source** (gamme de fréquence, niveaux de pression acoustique) et de **modalité d'émission** (durée, fréquence et période annuelle d'émission).

Méthodes et faisabilité – Les données sur les propriétés acoustiques à la source peuvent être obtenues à partir de retours d'expériences d'opérations similaires. Pour les technologies émergentes, les signatures acoustiques en phase opérationnelle ne pourront être connues que par simulation et surtout par suivi des premiers projets. Les modalités d'émission sont définies à partir des spécifications techniques du projet.

Caractérisation de la sensibilité des récepteurs

Éléments de caractérisation – Les récepteurs à considérer en milieu marin, sont les mammifères marins, les poissons et certains invertébrés. En milieu aérien, les récepteurs à considérer sont les oiseaux et les hommes, dans la mesure où les projets sont suffisamment proches du rivage pour émettre des bruits audibles à la côte. Dans la limite des données existantes, il sera utile de décrire pour ces récepteurs, la **gamme fréquentielle d'audition**, les **seuils de sensibilité aux pressions acoustiques**, et la **mobilité**.

Méthodes et faisabilité – Comme cela est décrit dans l'analyse bibliographique, ces données sont relativement limitées et doivent être recherchées dans la bibliographie. Pour les mammifères marins, les gammes de sensibilité fréquentielles sont décrites pour un grand nombre d'espèces de nos côtes. Les données portant sur la sensibilité aux pressions acoustiques sont par contre plus limitées, et disponibles pour certaines espèces uniquement.

Des interpolations aux autres espèces d'un même groupe sont souvent réalisées. Pour les poissons, les données sont encore plus limitées, mais une recherche croissante sur cette thématique apporte régulièrement de nouvelles connaissances. Les connaissances sur les invertébrés et les oiseaux sont enfin quasi-inexistantes. L'audition de l'homme est par contre complètement maîtrisée.

Evaluation des impacts

L'analyse prévisionnelle des impacts se déroule en deux temps. Une première analyse des **contenus fréquentiels des bruits** attendus du projet et des **gammes d'audition des espèces** identifiées sur le territoire permet d'identifier les espèces susceptibles d'être affectées par les différentes opérations. Ensuite, une **modélisation de la décroissance des pressions acoustiques** par rapport à la

3.6. Analyse prévisionnelle des impacts : fiches thématiques par composante

3.6.2. Analyse prévisionnelle des impacts du bruit

source permet d'identifier les risques de perturbation des espèces retenues au regard de leur localisation. A noter que cet exercice peut être réservé aux enjeux acoustiques les plus importants (opérations de travaux bruyantes et bruits continus en phase opérationnelle).

Mesures (éviterment, réduction, compensation)

Choix des techniques d'intervention – Une première mesure consiste à choisir des moyens d'intervention adaptés aux enjeux identifiés. Des techniques trop bruyantes seront proscrites au profit de techniques d'intervention plus adaptées (pression acoustique moindre, gamme fréquentielle différente, etc.).

Des protocoles standardisés existent pour minimiser les impacts des bruits de travaux les plus bruyants. Une mesure de routine consiste par exemple à accroître progressivement l'intensité des opérations et donc la production de bruit pour permettre aux espèces les plus mobiles de s'éloigner à une distance suffisante. Pour le battage de pieux par exemple, l'application de ce principe peut conduire à appliquer le marteau avec une intensité croissante. Sur le site de Béatrice par exemple, l'installation des pieux commençait par 5 battages à faible énergie séparés par des intervalles de 5 mn, 3 mn, 2 mn et 1 mn. Ensuite, l'énergie du battage était régulièrement augmentée sur 20 minutes jusqu'à atteindre la puissance normale, maintenue jusqu'à la fin de la mise en place du pieu.

Pour les mammifères marins, la localisation des individus en période de travaux permet de moduler les activités. Le *Joint Nature Conservation Committee* propose ainsi une observation d'une zone d'exclusion de 500 m pendant 30 mn avant le commencement des travaux (JNCC, 2010). Si des mammifères sont perçus dans cette zone, les travaux seront retardés jusqu'à ce qu'ils se soient éloignés.

Un réglage optimal de la vitesse d'enfoncement permet ensuite de limiter le bruit émis. Elmer (2007) constate que la multiplication par deux du temps d'enfoncement permet d'atteindre une réduction de la pression acoustique d'environ 10 à 13 dB.

Enfin, on constate qu'avec une réduction du diamètre du pieu, le bruit émis par l'enfoncement peut être réduit. Si l'on envisage l'enfoncement d'un nombre plus important de pieux d'un diamètre inférieur, il faut considérer un prolongement éventuel de la durée des travaux et de l'impact associé. Pendant le démantèlement, la technique de cutting évite par ailleurs le forage, plus bruyant, pour l'enlèvement des structures plantées.

Des solutions de réduction des bruits émis sont étudiées mais elles nécessitent encore des recherches approfondies et des tests supplémentaires :

- La conception de marteaux de formes particulières pour réduire les niveaux acoustiques reste complexe (MENCK) ;
- Des amortisseurs en nylon et d'autres matériaux sont déjà utilisés à terre pour réduire les émissions aériennes. Ils absorbent cependant de l'énergie qui est

3.6. Analyse prévisionnelle des impacts : fiches thématiques par composante

3.6.2. Analyse prévisionnelle des impacts du bruit

difficile à dissiper dans les enceintes fermées normalement mises en œuvre pendant les travaux en mer.

Choix des périodes d'intervention – La détermination des périodes annuelles de plus forte sensibilité (migration, reproduction, etc.) permet de définir des « fenêtres environnementales » de moindre impact. Ceci est essentiellement applicable aux mammifères marins.

Dispositifs acoustiques répulsifs - ces dispositifs génèrent des bruits ayant pour objectif de faire fuir les animaux présents sur le site avant le démarrage des opérations. Il est établi que les animaux réagissent à un éventail considérable de bruit. Néanmoins tous ne sont pas adaptés à la répulsion en posant eux-mêmes certains risques pour les individus (bruit haute fréquence, canons à air générant des ondes à forte pression acoustique, etc.). Aujourd'hui les dispositifs les plus adaptés semblent être ceux qui génèrent des bruits naturellement présents en milieu naturel et entraînant une réaction d'alarme chez les animaux (bruits de prédateurs par exemple). Une considération majeure reste l'habituation des individus aux signaux émis. La modulation des signaux et leur application sur de courtes durées doivent être préconisées pour limiter ce phénomène.

Rideaux de bulle – Dans le cas de battage de pieux, la mise en place d'un rideau de bulles autour de la zone de battage circonscrit le bruit et réduit sa propagation. Une bague autour du pieu génère des bulles d'air dans l'eau qui remontent à la surface et absorbent la pression acoustique par un mécanisme de diffusion du son dans l'eau et d'écho par les bulles oscillantes (fig. 24). La fréquence d'écho dépend du diamètre de la bulle et l'efficacité du dispositif peut être améliorée par modulation de ce diamètre en fonction du spectre sonore des travaux. Certains retours d'expériences semblent ainsi indiquer que des grandes bulles sont plus efficaces que des petites bulles (1 mm) plus nombreuses. Par exemple, à 1 kHz une bulle d'un diamètre de 10 mm absorbe la même quantité de bruit qu'environ 7 000 bulles d'un diamètre de 2 mm.

Pour garantir une bonne absorption, il est important que le rideau de bulles subisse le moins de perturbations possibles. Par exemple un rideau initié à 20 m de profondeur dans un environnement présentant une courantologie moyenne de 1 m/s se déplace de 70 m avant d'atteindre la surface de l'eau. Pour garantir l'entourage du pieu, il faudrait envisager un rideau d'une largeur de 200 m ce qui représenterait un investissement considérable. Il est ainsi nécessaire de développer d'autres solutions techniques pour maintenir les bulles sur place. Une solution consiste à placer un écran autour du rideau de bulles sans que l'écran ne vienne se plaquer sur le pieu. Une étude d'Illingsworth et al. (2001) mesure ainsi une réduction des niveaux de pression acoustique de 2 dB à 10 dB selon le rideau ou l'écran utilisé. Un dispositif testé en 2003 composé de deux écrans concentriques espacés de 5 m permet de réduire les niveaux de pressions acoustiques entre 3 et 10 dB jusqu'à un maximum de 30 dB à 5 kHz.

On notera que les rideaux de bulles sont des dispositifs dont la performance reste encore à démontrer. Ils ne pourront être utilisés qu'à partir du moment où leur efficacité en condition réelle (et notamment en milieu agité) aura été démontrée.

3.6. Analyse prévisionnelle des impacts : fiches thématiques par composante

3.6.2. Analyse prévisionnelle des impacts du bruit



Figure 20 : . Rideau de bulles déployé autour d'une structure en Mer du Nord (source : HYDROTECHNIK LÜBECK)

3.6.3. Analyse prévisionnelle des impacts de l'électromagnétisme

Caractérisation de l'électromagnétisme

Eléments de caractérisation – Les champs électromagnétiques doivent être caractérisés en termes **d'intensité** et **d'étendue spatiale** (verticale et horizontale).

Méthodes et faisabilité – Ces éléments sont obtenus par modélisation à partir des données de projet (taille et matériaux des câbles, intensité et type de courant, profondeur d'ensouillage, etc.) et, dans la mesure du possible, par des mesures in situ bien qu'elles soient compliquées à mettre en œuvre.

Caractérisation de la sensibilité des récepteurs

Eléments de caractérisation – Les composantes de l'environnement à considérer ici sont la faune marine. Il s'agit de caractériser le rapport à l'électromagnétisme des espèces présentes sur le site (utilisation pour la prédation, la migration, etc.) et d'identifier les seuils de sensibilité éventuellement disponibles.

Méthodes et faisabilité – Les données de sensibilité à l'électromagnétisme sont rares et si certains groupes taxonomiques clés ont fait l'objet d'une focalisation particulière (éleuthérobranchés par exemple), d'autres restent très peu ou pas étudiés. Les informations existantes sont à rechercher dans la bibliographie spécialisée et dans les grandes études bibliographiques menées récemment à l'étranger ou en France spécifiquement sur cette thématique (Gill *et al.*, 2009 ; *US Department of the Interior and Normandeau Associates*, 2011 ; Carlier et Delpech, 2011).

Evaluation des impacts

Tant que les connaissances sur la sensibilité des espèces à l'électromagnétisme restent limitées ou inexistantes, il est difficile d'établir une analyse prévisionnelle des impacts véritablement pertinente. Compte-tenu de ce manque de connaissances, la mise en œuvre de suivis adaptés est essentiel tout comme la mise en œuvre de programmes de recherche spécifiquement axés sur cette thématique.

L'appréciation des impacts doit cibler en particulier les effets sur le comportement (déplacements, migration) en tenant compte des différences de stade de développement des individus.

Mesures (évitement, réduction, compensation)

Au vu du manque actuel de connaissances sur les impacts de l'électromagnétisme sur les espèces concernées, les mesures présentées ci-après doivent être considérées comme des éléments de réflexion, devant être ajustées en fonction des enjeux attendus du projet, sur la base d'études bibliographiques ou à dire d'expert.

3.6. Analyse prévisionnelle des impacts : fiches thématiques par composante

3.6.3. Analyse prévisionnelle des impacts de l'électromagnétisme

Ensouillage des câbles - L'ensouillage des câbles reste la première mesure de réduction des impacts associés aux champs électromagnétiques. Etant donné la conductibilité plus importante de l'eau, le champ électrique induit s'étend plus largement dans cet élément que dans le sol. On notera que la nature du substrat n'a aucune influence sur la puissance du champ magnétique, tant qu'il ne contient pas de composants magnétiques. Bien qu'il ne réduise pas le champ électrique généré par le magnétisme, l'ensouillage protège les espèces électrosensitives de la plus grande puissance du champ, répartie directement à l'extérieure de la gaine du câble. Une profondeur d'ensouillage d'un mètre semble efficace (CMACS, 2003).

Choix du système de transmission - Les champs électromagnétiques induits par les câbles électriques peuvent être limités par le choix d'un système de transmission approprié : un système de transmission de courant alternatif (triphasé en particulier) est préférable à un système de transmission de courant continu - un système de transmission bipolaire de courant continu est préférable à un système monopolaire (OSPAR, 2008).

Choix de la tension – A puissance égale, une augmentation de la tension conduit à réduire le courant et donc les champs électromagnétiques induits. Une transmission à une tension de 132 kV plutôt qu'à 32 kV permet ainsi de réduire le champ magnétique d'un facteur 4. L'installation d'une sous-station de conversion de la tension offshore permet donc de réduire l'effet électromagnétique sur l'environnement.

Choix des matériaux - Certains matériaux pouvant être utilisés pour l'armement des câbles ou dans les gaines ont la propriété de réduire l'émission des champs électromagnétiques (OSPAR, 2008a). L'efficacité de l'armement dépend de la perméabilité et de la conductibilité du matériel utilisé. Une augmentation de la perméabilité permet ainsi de réduire la puissance du champ autour du câble.

3.6.4. Analyse prévisionnelle des impacts des variations de température

Caractérisation de la variation de température

Éléments de caractérisation – Les variations de température sont essentiellement provoquées par les câbles. Dans ce cas, il s'agit de décrire **l'amplitude** et **l'étendue** de cette variation avec le milieu récepteur.

Méthodes et faisabilité – La hausse de température associée au transport d'électricité est un paramètre dimensionnant pour la conception du projet (technologie du câble notamment). Les modélisations d'échauffement des câbles et du milieu sont ainsi réalisées par le maître d'ouvrage du raccordement avec un premier objectif technique.

Caractérisation de la sensibilité des récepteurs

Éléments de caractérisation – Les principales cibles des variations de température sont les peuplements benthiques. En tout état de cause il s'agit de définir la **sensibilité des espèces** potentiellement exposées **aux variations de température**, et leur **mobilité**.

Méthodes et faisabilité – Pour rappel, l'état initial doit fournir une description des espèces et des habitats présents sur la zone de projet, la qualité des eaux et les caractéristiques physiques du milieu. L'étude de la sensibilité des espèces et des habitats aux variations de température se basera essentiellement sur des études bibliographiques ainsi que sur des dires d'expert.

Evaluation des impacts

L'évaluation de la **tolérance** des espèces en place aux variations thermiques pourra se dérouler en deux temps. Une première étape pourra consister à superposer les modélisations de variations thermiques à la cartographie de la distribution des espèces, en se posant la question de la mobilité de ces dernières. Cet exercice permet d'identifier les espèces benthiques qui seront soumises à ces variations. La tolérance doit ensuite être évaluée sur la base d'une connaissance bibliographique des besoins édaphiques des espèces et de leur capacité d'adaptation. A noter que pour les espèces à mobilité passive de la colonne d'eau, les mouvements des masses d'eau sous l'influence des différences de densité sont susceptibles d'entraîner et donc de déplacer les individus.

Concernant la **résilience**, il faut considérer que si l'amplitude et la distribution des variations de température peuvent varier en fonction des conditions de milieu ou de l'activité des installations, ces variations sont néanmoins imposées pendant toute la durée d'activité de l'installation.

Mesures de suppression et de réduction pour les impacts des câbles

Disposition des câbles – une optimisation des raccordements des installations permet de réduire le nombre de câbles installés.

Ensouillage des câbles – l'ensouillage des câbles permet de réduire la variation de température à la surface des fonds. Les autorités allemandes préconisent ainsi par exemple une augmentation maximale de la température de 2°C à 20 cm de profondeur.

Technologie des câbles – la technologie du câble influence directement la hausse de température associée au transport d'électricité. Le choix de matériaux spécifiques, notamment pour la gaine et l'armature du câble, permet de réduire la température à la surface du câble.

3.6.5. Analyse prévisionnelle des impacts associés à la présence physique des installations

3.6.5.1. Analyse prévisionnelle des impacts de l'effet récif

Caractérisation de l'effet récif

Éléments de caractérisation – L'effet récif désigne le processus par lequel une structure à substrat dur conçue par l'homme et immergée en mer peut assurer des fonctions écologiques similaires aux récifs marins naturels. Cet effet peut en fait être subdivisé en trois sous-effets majeurs, l'importance de chacun dépendant directement de la conception de la structure considérée : l'attraction, la concentration et la production. Cet effet peut être atteint de manière passive, du fait du simple contraste de matériaux entre les installations et les fonds environnants, ou recherché de manière active, par une conception spécifique des installations. La caractérisation de l'effet récif repose donc sur l'analyse de la capacité des installations, ou du moins de certaines parties des installations (le plus souvent les fondations et les embases gravitaires), à constituer des habitats de type récifaux. La caractérisation de l'effet devra donc porter sur l'analyse de la **structure des installations** et de leur **matériaux constitutifs** ainsi que sur la **surface d'habitat artificiel mis en œuvre**, notamment au regard des habitats naturels présents sur le site et dans l'environnement proche.

Méthodes et faisabilité – L'ensemble de ces éléments sont disponibles directement à partir des spécifications techniques du projet et de l'analyse de l'état initial des fonds marins.

Caractérisation de la sensibilité des récepteurs

Éléments de caractérisation – L'effet récif vise l'ensemble des composantes d'un écosystème, dans le sens où il conduit, dans la mesure de son efficacité, à recréer un habitat complet. Il s'agit donc dans l'idéal d'identifier l'ensemble des **espèces locales ayant une affinité avec les zones récifales**, de décrire leur **relation à ces zones** (substrat support, zone d'abri, zone d'alimentation, zone de reproduction, etc.). Pour les espèces sessiles, la caractérisation pourra également porter sur leur **dynamique de colonisation**. L'IFREMER préconise dans le cadre de l'évaluation précédent un aménagement par des récifs, l'identification de l'écosystème, la description des populations et sous-populations concernées, ainsi que l'analyse des usages marchands et non marchands des ressources. Pour plus de détail sur ces éléments de méthodologie spécifiques à l'effet récif : <http://archimer.ifremer.fr/doc/2008/rapport-6533.pdf> . De même, on pourra utilement consulter le « document stratégique pour l'implantation des récifs artificiels » de la DIRM (<http://www.affaires-maritimes.mediterranee.equipement.gouv.fr/recifs-artificiels-r106.html>).

La **pêche** peut également être considérée comme une activité bénéficiant d'un impact potentiel de l'effet récif dès lors que celui-ci participe au soutien et au

3.6. Analyse prévisionnelle des impacts : fiches thématiques par composante

3.6.5. Analyse prévisionnelle des impacts associés à la présence physique des installations

développement des stocks halieutiques. On rappellera que ce soutien n'est pas systématique et dépend étroitement de l'efficacité des récifs, des mesures de gestion mis en œuvre sur le site et des impacts causés par ailleurs par les installations sur les milieux.

Méthodes et faisabilité – L'identification des espèces récifales pourra se faire sur la base d'une analyse des peuplements en place sur les zones de récifs naturels les plus proches. Si une démarche d'éco-conception spécifique est mise en œuvre, les espèces cibles sont déterminées dans le cadre même de la démarche. La dynamique de colonisation des espèces sessiles pourra être évaluée sur la base de données bibliographiques ou à dire d'experts.

Evaluation des impacts

En réalité, il est très complexe de prédire avec précision les cortèges d'espèces qui seront amenés à s'établir sur les installations une fois immergées, et le ciblage d'espèces spécifiques au travers d'une éco-conception des infrastructures demande une véritable maîtrise des processus écologiques marins. Les conclusions qui pourront être tirées d'une évaluation prévisionnelle des impacts sont ainsi limitées et seul un suivi spécifique peut permettre d'identifier la réalité des conséquences de cet effet récif.

Néanmoins, l'évaluation prévisionnelle des impacts peut permettre d'établir une première appréciation des espèces pionnières qui coloniseront les ouvrages et du rôle que ces derniers pourront jouer dans le développement de ces espèces.

L'évaluation prévisionnelle des impacts consistera à évaluer le potentiel de colonisation des ouvrages au regard de leurs caractéristiques physiques (structure, matériaux) et de leur localisation, et au regard des besoins édaphiques des espèces récifales présentes localement et de leur pouvoir de dispersion depuis ces zones.

Présentant les mêmes difficultés, l'évaluation prévisionnelle des impacts de l'effet récif sur la pêche doit considérer la nature des espèces susceptibles de se développer autour des installations, la viabilité des stocks présents, les modalités d'exploitation autorisées à l'intérieur du périmètre de projet et la capacité des espèces à se déplacer en dehors du périmètre de projet si l'accès à celui-ci est restreint.

Mesures d'amélioration et de stimulation

Eco-conception des ouvrages : la stimulation de l'effet récif peut être recherchée au travers d'une conception spécifique des ouvrages : l'éco-conception. Il s'agit de définir des structures et des matériaux qui permettent à l'ouvrage d'assurer des fonctionnalités spécifiques en mimant le milieu naturel. On cherche par ce biais à assurer le développement d'un écosystème complet sur la structure artificielle. Afin de retirer le maximum de bénéfices de ce type de démarche, il est possible de cibler certaines espèces spécifiques. Ce type de démarche peut ainsi éventuellement permettre de soutenir les stocks halieutiques ou de participer à la préservation d'espèces à intérêt particulier.

Liaisons avec les zones de récifs naturels et création de trames écologiques : une distance trop importante à des zones de récifs naturels peut s'avérer être une limite à la colonisation par certaines espèces cibles ou structurantes. On pourra ainsi chercher à créer ou renforcer cette liaison avec les zones naturelles par mise en œuvre de structures intermédiaires, assurant le rôle de ponts vers les installations.

Cette démarche de connexion des milieux entre eux peut également servir de support au renforcement de la trame bleue marine.

3.6.5.2. Analyse prévisionnelle des impacts de l'effet réserve

Caractérisation de l'effet réserve

Éléments de caractérisation – L'effet réserve désigne le processus par lequel l'homme décide de maîtriser les perturbations anthropiques d'un milieu naturel en restreignant les activités qui s'y exercent. Ces restrictions sont désignées sur un périmètre spécifique qui constitue les limites de la dite réserve. L'effet doit donc être caractérisé en termes de **périmètre** et **d'activités autorisées**. Dans le cadre de parcs éoliens, le périmètre correspond directement aux zones du projet sur lesquelles sont émises des restrictions d'usage.

Méthodes et faisabilité – Le renseignement de ces éléments peut être réalisé directement à partir des spécifications techniques du projet (règles de sécurité maritime retenues, résultats du travail de concertation sur les usages autorisés) et de l'analyse de l'état initial des usages.

Caractérisation de la sensibilité des récepteurs

Éléments de caractérisation – Il s'agit d'identifier l'ensemble des éléments de l'écosystème qui sera affecté par la modification des usages existants ainsi que leur sensibilité à ces usages.

Méthodes et faisabilité – Ces informations peuvent être définies à partir de l'analyse de l'état initial des usages et des écosystèmes du site de projet, ainsi qu'à partir de données bibliographiques traitant des impacts de ces activités sur ces écosystèmes. A ce titre, on notera l'existence de plusieurs sources d'information sur les impacts des activités marines sur les habitats et les espèces marines.

L'Agence des Aires Marines protégées a par exemple établi plusieurs référentiels de gestion d'activités dans le cadre du dispositif Natura 2000 décrivant notamment les interactions entre ces activités et les milieux marins (Voir les référentiels sur la pêche professionnelle, les cultures marines et les sports et loisirs nautiques : <http://www.aires-marines.fr/Documentation/Referentiels-pour-la-gestion-des-sites-Natura-2000-en-mer>).

Evaluation des impacts

Comme pour l'effet récif, la pertinence d'un exercice d'analyse prévisionnelle des impacts de l'effet réserve est limitée. La complexité des processus écologiques en jeu ne permet généralement pas d'aller au-delà d'un rappel des principaux effets attendus et seul un suivi spécifique peut permettre de préciser la réalité des évolutions de l'écosystème. Néanmoins, l'analyse prévisionnelle des impacts pourra permettre de fournir une première appréciation des pressions supprimées sur les écosystèmes et de l'évolution attendue de ces écosystèmes étant donné leur résilience à ces pressions. Il conviendra toutefois de mettre en balance cette appréciation de l'effet réserve potentiel avec les impacts liés au risque de déplacement des pressions supprimées des zones du projet sur lesquelles sont émises des restrictions d'usage.

Mesures d'amélioration et de stimulation

Choix des modalités de gestion – Au-delà des caractéristiques écologiques de la zone, les modalités de gestion d'une zone naturelle sont à la base de l'efficacité de sa mise en réserve. On cherche avant tout à limiter les interventions les plus destructrices sur l'environnement tout en assurant la compatibilité avec une exploitation durable des ressources. Dans le cadre des projets éoliens, la définition des modalités d'usage doit également intégrer les risques sur la navigation et la sécurité des installations.

3.6.5.3. Analyse prévisionnelle des risques de collision et de l'effet barrière

Caractérisation des contraintes au déplacement

Éléments de caractérisation – Pour les installations, il s'agit de décrire la **localisation** des ouvrages et leur **configuration statique** et **dynamique** dans l'espace. Pour les moyens nautiques à la mer, il s'agit de décrire les **routes de navigation** qui seront empruntées.

Méthodes et faisabilité – Ces informations peuvent être obtenues directement à partir des spécifications techniques du projet.

Caractérisation de la sensibilité des récepteurs

Éléments de caractérisation – Deux compartiments doivent être distingués : le **compartiment pélagique** et le **compartiment aérien**. Pour le compartiment pélagique, on considère que les risques de collision aux parties statiques des ouvrages sont limités, à l'exception de certaines espèces de mammifères marins vivant au large pour les installations offshore en eau profonde. Pour ces cas spécifiques, il s'agit de déterminer la **capacité de détection d'obstacles** des espèces considérées ainsi que leur **sensibilité à une collision** avec un élément statique en fonction de leur vitesse de déplacement.

3.6. Analyse prévisionnelle des impacts : fiches thématiques par composante

3.6.5. Analyse prévisionnelle des impacts associés à la présence physique des installations

Pour les oiseaux, l'état initial décrit normalement les habitudes de vol des différentes espèces identifiées sur la zone (période, hauteur) ainsi que les voies de déplacement privilégiées des individus (couloirs migratoires, voies de déplacements entre sites supports, etc.). Il s'agit ici d'identifier la capacité des oiseaux à éviter les pales des éoliennes et à supporter les efforts supplémentaires associés à des évitements de parcs éventuellement nécessaires.

Méthodes et faisabilité – Les données relatives à la répartition des espèces et leurs voies de déplacement privilégiées sont définies sur la base de données bibliographiques ou d'observations *in situ*. La sensibilité des espèces à la collision reste complexe à déterminer étant donné le manque de littérature traitant de ce sujet. La consultation d'experts sera possiblement nécessaire.

Evaluation des impacts

Une première étape de l'évaluation consiste à étudier les risques de rencontre entre les installations et les espèces au regard de la localisation du site de projet et des principales voies de déplacement des espèces sensibles identifiées sur le site. L'analyse de l'état initial doit cependant permettre de positionner le projet de telle sorte à ce que cette superposition soit limitée. Il s'agit d'évaluer la capacité d'évitement des espèces par rapport à leurs caractéristiques physiologiques, à la vitesse de rotation et de l'envergure des installations et des conditions de milieu dans lesquelles elles sont localisées. Les retours d'expérience encore limités rendent cette deuxième partie de l'évaluation complexe.

Pour les oiseaux, les connaissances croissantes acquises sur les parcs existants et les études méthodologiques réalisées notamment en Grande-Bretagne permettent d'appréhender cette problématique avec un peu plus de recul. Au-delà des risques de collision assez largement susceptibles d'entraîner la mort des individus, les détours potentiels réalisés par les oiseaux pour évoluer entre leurs différents sites de vie doivent être évalués.

Le Collaborative Offshore Wind Research Into The Environment propose dans sa revue des méthodes d'évaluation d'impacts des éoliennes sur l'avifaune une échelle d'impact spécifique à l'effet barrière pour les oiseaux.

Tableau 18 : Echelle de hiérarchisation d'impacts pour les oiseaux de l'effet barrière (Walls et al., 2009).

Très Fort	(i) Le parc éolien est localisé entre un site de nidification et des zones clés d'alimentation pour des espèces volant au travers du site lors de déplacements nationaux ou internationaux et en nombre important (ii) Le parc éolien est localisé à proximité d'une zone clé de repos, de nidification ou d'hivernage pour des espèces volant au travers du site lors de déplacements internationaux et en nombre important (iii) Le site est localisé le long d'une voie migratoire pour des espèces volant au travers du site lors de déplacements internationaux et en nombre
------------------	---

3.6. Analyse prévisionnelle des impacts : fiches thématiques par composante

3.6.5. Analyse prévisionnelle des impacts associés à la présence physique des installations

	important
Fort	(i) Le parc éolien est localisé à proximité d'une zone clé de repos, de nidification ou d'hivernage pour des espèces volant au travers du site lors de déplacements nationaux et en nombre important (iii) Le site est localisé le long d'une voie migratoire pour des espèces volant au travers du site lors de déplacements nationaux et en nombre important
Modéré	(i) Le parc éolien est localisé entre un site de nidification et des zones clés d'alimentation pour des espèces volant au travers du site lors de déplacements régionaux et en nombre important (ii) Le parc éolien est localisé à proximité d'une zone clé de repos, de nidification ou d'hivernage pour des espèces volant au travers du site lors de déplacements régionaux et en nombre important (iii) Le site est localisé le long d'une voie migratoire pour des espèces volant au travers du site lors de déplacements régionaux et en nombre important
Faible	(i) Le parc éolien est localisé entre un site de nidification et des zones clés d'alimentation pour d'autres types d'espèces (ii) Le parc éolien est localisé à proximité d'une zone clef de repos, de nidification ou d'hivernage pour d'autres espèces
Négligeable	Autres cas

Mesures (éviterment, réduction, compensation)

Choix des sites d'implantation – Le choix des sites d'implantation est la première mesure de réduction des risques de collision. Pour les oiseaux, il est ainsi préférable d'éviter les voies de migration des oiseaux migrateurs ainsi que les voies de déplacement entre les différents sites de vie des espèces sédentaires. Pour les mammifères marins, les mêmes préconisations peuvent être émises dans la mesure où les informations sur les voies de déplacement des animaux sont identifiées.

Alignement des dispositifs et création de couloirs de déplacement – L'alignement des dispositifs et la création de couloirs de déplacement peuvent être préconisés pour faciliter le passage des individus sur les sites présentant un important nombre de machines ou sur les territoires où plusieurs sites sont attendus.

Arrêt des machines - En Allemagne, l'autorité réglementaire a la permission d'arrêter un parc éolien en cas de migration aviaire importante. Le risque d'une collision importante avec les pales en mouvement est ainsi éliminé. Cette solution doit néanmoins être considérée au regard de sa faisabilité technique et financière et de ses conséquences potentielles sur les activités dépendantes de cet approvisionnement en électricité.

3.6.5.4. Analyse prévisionnelle des impacts de la présence des installations sur les usages

3.6. Analyse prévisionnelle des impacts : fiches thématiques par composante

3.6.5. Analyse prévisionnelle des impacts associés à la présence physique des installations

La plupart des impacts majeurs sur les usages à attendre des projets éoliens sont liés à la présence physique des installations et aux contraintes qu'elle impose aux déplacements sur le domaine public maritime, aux déplacements aériens pour les dispositifs émergés suffisamment hauts et aux transferts de radiocommunications et de signaux radars.

La prise en compte et le respect des principales servitudes sont obligatoires pour éviter tout impact sur les usages associés. L'évitement des principales voies de navigation permet également de réduire les impacts sur le trafic maritime.

Dans cette optique, les impacts réels à considérer sur les usages associés à la présence physique des installations sont essentiellement les impacts directs sur l'activité de pêche (restrictions d'accès), les impacts résiduels sur la navigation et les impacts directs et indirects sur les loisirs et le tourisme.

Analyse prévisionnelle des impacts sur la pêche

Caractérisation de la présence des installations

Éléments de caractérisation – Pour les installations, il s'agit de décrire la **localisation** des ouvrages et leur **configuration statique** et **dynamique** dans l'espace. Pour les moyens nautiques à la mer, il s'agit de décrire les **routes de navigation** qui seront empruntées. On cherchera également à définir les **contraintes d'usages** qui se posent à l'intérieur des parcs en termes de **sécurité de navigation** et de **sécurité des installations**.

Méthodes et faisabilité – Le renseignement de ces éléments peut être réalisé directement à partir des spécifications techniques du projet (règles de sécurité maritime retenues, résultats du travail de concertation sur les usages autorisés) et de l'analyse de l'état initial des usages.

Caractérisation de la sensibilité de l'activité

L'état initial doit fournir une analyse relativement fine de l'activité de pêche sur la zone du projet : voies de navigation, zones de pêches, type de pêche, etc. L'ensemble de ces éléments constituent une première appréciation de la sensibilité de l'activité.

Evaluation des impacts

Dans la même logique que les démarches d'évaluation environnementale citées précédemment, l'analyse porte sur les éléments descriptifs de l'activité au regard de la position du projet et des modalités de gestion envisagées afin de déterminer la tolérance et la résilience de l'activité à une restriction plus ou moins complète d'accès à la zone.

3.6. Analyse prévisionnelle des impacts : fiches thématiques par composante

3.6.5. Analyse prévisionnelle des impacts associés à la présence physique des installations

Il s'agit de s'interroger sur les possibilités de persistance de l'activité et sur ses capacités à utiliser les ressources disponibles pour anticiper ou réagir à l'effet sur la base des questions suivantes :

- Les modalités de gestion du parc autorise-t-elle un accès à la ressource ?
- Ces modalités impliquent-elles de changer les engins de pêche et les pratiques et à quel coût ?
- Existe-t-il des possibilités de repli sur d'autres ressources et à quel coût ?
- Les modalités de gestion impliquent-elles la modification des routes de navigation des navires, et à quel coût, lorsque les zones de pêche sont situées au-delà de la zone d'étude ?
- Les retombées associées au projet sont-elles susceptibles de se répercuter sur l'activité de pêche ?

A noter que les réflexions sur les impacts potentiels de l'effet réserve et de l'effet récif peuvent être intégrées dans cette réflexion. Néanmoins, la difficulté de prévoir l'ampleur et l'efficacité de ces impacts positifs sur la ressource rend cet exercice difficile. Les retours croissants d'expérience à ce sujet pourront permettre de mieux appréhender ces impacts.

Mesures (éviterement, réduction, compensation)

Se reporter à l'étude « Energie Marine Renouvelable – Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques *Version 2012* » (MEDDE, 2012) paragraphe 1.5.2. du chapitre 3

Analyse prévisionnelle des risques sur la navigation

Caractérisation de la présence des installations

Eléments de caractérisation – voir item correspondant pour le thème « pêche » (page précédente)

Méthodes et faisabilité – voir item correspondant pour le thème « pêche » (page précédente)

Caractérisation de la sensibilité de l'activité

L'état initial doit fournir une cartographie détaillée des routes et voies de navigation (commerce, pêche, plaisance), la nature et l'intensité des trafics, les types de cargaisons en particulier les matières dangereuses, les balisages, règles de navigation et servitudes liées à la navigation maritime, les moyens de secours mobilisables. L'ensemble de ces éléments constituent une première appréciation de la sensibilité de l'activité.

Evaluation des impacts

L'évaluation prévisionnelle des risques sur la navigation résulte d'une démarche complexe. Elle intervient en amont du projet pour définir les règles de navigation à mettre en œuvre aux abords des installations. Le *Department of Trade and Industry* de Grande-Bretagne a produit un guide méthodologique spécialement dédié à l'évaluation des risques associés au développement de parcs éoliens : « *Methodology for Assessing the Marine Navigational Safety Risks of Offshore Wind Farms* ».

La méthodologie proposée se base sur la définition du risque présent et futur compte tenu du trafic maritime existant et envisageable. Le risque est déterminé au travers de coefficients de risque et de coefficient de maîtrise des risques visant à atteindre un niveau de risque acceptable et partagé. Les méthodes d'analyse des risques sont nombreuses et doivent être adaptées à l'envergure du projet et à l'ampleur du risque associé. Ces outils se basent entre autre sur des dires d'experts, des appréciations qualitatives et quantitatives, des modélisations et des analyses de retour d'expérience. Ces outils peuvent alors supporter différentes approches de détermination des risques telles que des études HAZOP (*Hazard and Operability*), des études FMEA (*Failure modes and effects analysis*) ou encore la création de profils de risques. Les étapes méthodologiques suivent la logique suivante :

- Validation de la méthode d'évaluation des risques par les autorités compétentes ;
- Analyse du trafic présent et futur (trajectoires et densité) ;
- Analyse des risques de navigation à partir d'une évaluation de l'environnement marin, des facteurs de risques traditionnels et spécifiques à la navigation ;
- Définition des coefficients de risque ;
- Définition des mesures de maîtrise des risques ;
- Définition des risques résiduels.

Mesures (éviterment, réduction, compensation)

Le choix du positionnement des installations (machines et câbles), le respect des servitudes existantes et la mise en œuvre de mesures de signalisation adéquates (visuelles et sonores), les dispositions à prendre pendant la phase transitoire des travaux sont les mesures principales d'éviterment ou de réduction d'impact.

Pour plus de détails, se reporter p.165.

Analyse prévisionnelle des impacts sur le tourisme

Caractérisation de la présence des installations

Eléments de caractérisation – Les ouvrages seront localisés par rapport à leur distance à la côte et leur situation au regard des zones touristiques littorales et maritimes (proximité de plages, de stations balnéaires, de ports de plaisance, de paysages emblématiques et de monuments ou sites historiques, lieux de plongée et de pêche plaisancière, bassin de navigation pour la plaisance). Les contraintes

3.6. Analyse prévisionnelle des impacts : fiches thématiques par composante

3.6.5. Analyse prévisionnelle des impacts associés à la présence physique des installations

d'usages à l'intérieur des parcs seront définies en termes de sécurité pour la navigation de plaisance et les activités de loisirs en mer (pêche plaisancière, plongée).

Méthodes et faisabilité – Ces éléments seront renseignés directement à partir des spécifications techniques du projet (règles de sécurité maritime retenues, résultats de la concertation sur les usages autorisés) et de l'analyse de l'état initial des activités touristiques.

Caractérisation de la sensibilité de l'activité

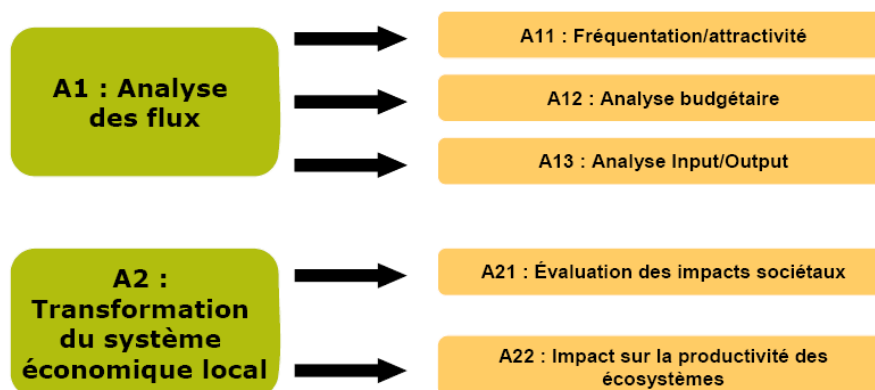
L'état initial doit mettre en avant le poids économique du tourisme en dressant un bilan de la fréquentation saisonnière des hébergements, des dépenses touristiques (restauration, loisirs, activités sur place), des emplois directs, indirects et induits dans la branche du tourisme. Elle doit évaluer la valeur des aménités liées au tourisme qui pourront subir l'influence du parc éolien en mer : paysages institutionnalisés ou emblématiques, patrimoine culturel et historique, image de notoriété du site touristique.

Evaluation des impacts

L'analyse prévisionnelle des impacts sur le tourisme doit pouvoir évaluer :

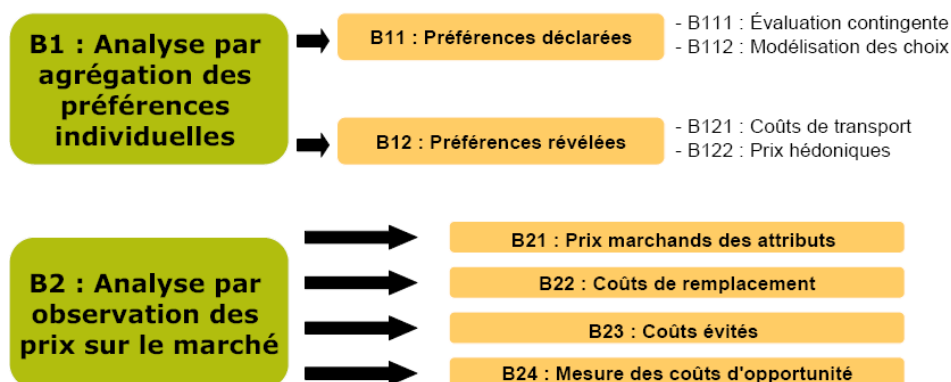
- les pertes ou gains par secteurs d'activités touristiques qui pourront être influencés par les projets éoliens en mer ;
- les pertes d'aménités, notamment paysagères, du fait de la proximité d'installations d'éoliennes ;
- le bilan des emplois créés et éventuellement supprimés.
- Les méthodes d'évaluation pourront faire appel à plusieurs méthodes (CREDOC, 2008), selon la gradation suivante (fig. 25) :
- les méthodes d'analyse des retombées directes et indirectes sur le tourisme (Classe A) ;
- l'analyse de la valeur des services et aménités liés au tourisme (Classe B) ;
- les méthodologies d'évaluation globales (Classe C).

Graphique 2 : Analyse des retombées économiques (Classe A)



Source : CREDOC, 2008

Graphique 3 : Analyse de la valeur des services et aménités (Classe B)



Source : CREDOC, 2008

Graphique 4 : Méthodologies complexes (Classe C)

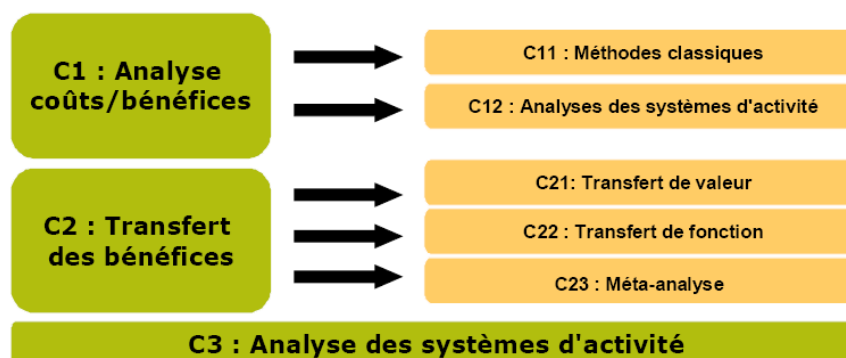


Figure 21 : Méthodes d'évaluation des impacts sur le tourisme et sur les activités économiques
(source : CREDOC 2008)

3.6.5.5. Analyse prévisionnelle des impacts de la présence des installations sur le paysage

Caractérisation de la présence des installations dans le milieu

Éléments de caractérisation – Il s'agit de décrire la **présence physique** des installations dans le milieu en tenant compte de leur disposition, de leurs dimensions, de leurs formes, de leurs couleurs et de leur mobilité éventuelle.

Méthodes et faisabilité – L'ensemble de ces éléments peuvent être obtenus directement à partir des spécifications techniques de projet.

Caractérisation de la sensibilité paysagère

Les sensibilités paysagères sont définies à partir de l'analyse des perceptions paysagères et des grands ensembles géographiques et paysagers définis au niveau de l'état initial. Les sensibilités paysagères et patrimoniales mises en évidence dans l'état initial doivent être rassemblées sur une même carte. Les sensibilités sont récapitulées dans un tableau et classées suivant leur degré : forte, moyenne, faible.

Le paysagiste doit ainsi montrer leur réalité géographique, leur répartition par périmètre d'étude, comment elles interagissent et éventuellement se superposent. Cette analyse aboutit à proposer des orientations pour la composition paysagère et les aménagements du projet.

Les paysages sous-marins pourront éventuellement être pris en compte dans le cas de zones d'intérêt pour la plongée sous-marine.

Evaluation des impacts

Les effets sur le patrimoine sont de nature visuelle et se cumulent le cas échéant avec d'autres parcs éoliens. Ils s'évaluent sur toutes les aires d'étude et sont mis en perspective avec la description des sensibilités paysagères et patrimoniales.

L'ensemble des éléments de paysage perceptibles par les observateurs depuis des points de vue particuliers sont pris en compte, et la manière dont le parc éolien interagit avec eux est analysée. Le choix des points de vue se justifie, dans chaque périmètre d'étude, d'après les sensibilités paysagères et patrimoniales identifiées dans l'état initial.

Depuis l'aire d'étude éloignée, l'analyse des effets vise à s'assurer qu'il n'existe pas d'incompatibilité du projet à l'échelle du grand paysage. Les notions d'« inter-visibilité », de cumul, de saturation sont traitées sur la base de croquis interprétatifs ou de montages photographiques. Depuis l'aire d'étude éloignée sont étudiées les interrelations entre les structures paysagères de l'espace «rétro littoral», la mer et le projet.

C'est dans cette aire d'étude qu'est réalisée la plus grande partie du travail de composition paysagère. Dans cet espace où se concentrent la plupart des activités

liées au littoral et la plupart des lieux de vie les plus proches du bord de mer, le choix des points de vue doit être représentatif de l'ensemble des types de perceptions.

Depuis la côte, il existe peu, voire pas d'obstacles visuels entre l'observateur et les éoliennes. Les effets visuels du projet sont étudiés depuis le rivage, mais aussi, le cas échéant, depuis la mer, en particulier pour apprécier l'« inter-visibilité » entre les éoliennes et des éléments de patrimoine, vus depuis des liaisons maritimes ou des îles par exemple.

Mesures d'insertion paysagère

Les principales mesures de réduction, voire de suppression des impacts concernent la composition d'un parc en mer et le choix de sa localisation. La distance à la côte est donc un élément majeur à considérer.

Si la distance d'éloignement et le nombre d'installations répondent à des préoccupations techniques, le maître d'ouvrage doit être en mesure de démontrer que son projet intègre dans sa conception même la prise en compte des impacts paysagers, et ce à différentes échelles.

Pour minimiser la visibilité des turbines il est également important d'analyser l'arrière-plan des dispositifs par rapport aux différents points de vue possibles (ciel, mer, côte).

3.6.6. Analyse prévisionnelle des impacts sur l'hydrodynamisme et le compartiment sédimentaire

Caractérisation des perturbations hydrodynamiques et sédimentaires

Éléments de caractérisation – Deux types de perturbations hydrodynamiques et sédimentaires sont susceptibles d'être induites et doivent être distinguées : les perturbations locales (aux abords immédiats des installations) et les perturbations plus étendues. Dans les deux cas, il s'agit de définir ces perturbations en termes **d'étendue** (superficie perturbée) et **d'amplitude** (hauteurs, vitesses, etc.).

Méthodes et faisabilité – L'ensemble de ces perturbations peuvent être modélisées à partir des données d'état initial du site et des spécifications techniques de projet.

Caractérisation de la sensibilité des récepteurs

Éléments de caractérisation – Deux types d'ensembles récepteurs peuvent être distingués : le milieu physique d'une part (voir ci-avant), et les espèces et les habitats d'autre part. Pour ce deuxième ensemble, il s'agit de caractériser les **conditions édaphiques** dont dépendent les organismes benthiques et plus largement les habitats marins présents sur le site de projet et leur **capacité d'adaptation** à des conditions hydrodynamique ou sédimentaires variables.

Méthodes et faisabilité – Ces données peuvent être obtenues à partir de la bibliographie scientifique existante et à dire d'expert. Le site internet *Marine Life*

Information Network (MarLIN) propose une base de données de la sensibilité des espèces et des habitats marins des côtes britanniques à différentes pressions. La sensibilité aux variations hydrodynamiques et sédimentaires est traitée. Cette base de données peut constituer une information pertinente pour les espèces marines de Manche et d'Atlantique.

Evaluation des impacts

L'appréciation des impacts peut être réalisée par superposition de cartographies de sensibilité du milieu et avec des cartographies des perturbations hydrodynamiques et sédimentaires prévues dans le cadre de la phase opérationnelle. Ce type de représentation permet notamment d'apprécier les surfaces mises en jeu au regard de la distribution globale des espèces et des habitats sur la zone.

A noter que l'évaluation des impacts porte également sur la modification du milieu physique, effet même de la présence des installations. Les risques d'érosion et d'accrétion notamment au niveau du trait de côte doivent être évalués sur la base des modélisations réalisables.

Mesures d'évitement, réduction et compensation

Disposition des installations – La modélisation des effets des installations sur l'hydrodynamisme et le compartiment sédimentaire permet d'optimiser le choix de la disposition des installations en amont du projet. Une attention particulière doit être portée sur les impacts à la côte.

Matériel anti-affouillement – L'érosion des fonds autour des installations peut être limitée par la mise en place de matériaux anti-affouillement sur un rayon dépendant de la taille des ouvrages, de l'hydrodynamisme et de la nature des fonds en place. Ces matériaux de granulométrie grossière peuvent être naturels (roches, fragments de roche) ou synthétiques, et sont choisis de sorte à diminuer l'érosion.

LISTE DES MEMBRES DU COMITE DE PILOTAGE de 2012-2013

Robert	BELLINI	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
Vincent	GUENARD	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
Sylvain	MICHEL	Agence des Aires Marines Protégées
Aurore	STERCKEMAN	Agence des Aires Marines Protégées
Chloé	SOTTA	Agence des Aires Marines Protégées
Stéphanie	TACHOIRES	Agence des Aires Marines Protégées
Philippe	GILSON	Alstom
Erick	PELERIN	Alstom
Béatrice	NUPERT	Areva
Fabien	SUPIZET	Areva
Peter	JAMES	Atlantique Maritime Services
Maxime	PACHOT	Bureau Veritas
Alice	PAUMARD	Bureau Veritas
Eric	ROUAIX	Bureau Veritas
Pierre-Yves	BELAN	Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales
Luce	GOUDREDRANCHE	Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales
Léa	THIEBAUD	Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales
Anthony	DUBOIS	CETE Méditerranée
Bertrand	VEDOVATI	CETE Méditerranée
Julie	DROIT	CETMEF
Philippe	PERENNEZ	Cluster Maritime
Hubert	CARRE	Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins
Lucile	TOULHOAT	Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins
Elodie	JOUANNE-HATE	Compagnie du Vent - GDF Suez
Philippe	GUIBERT	CREOCEAN
Cédric	AUVRAY	DCNS
Christophe	CHABERT	DCNS
Sylvain	DE MULLENHEIM	DCNS
Frederic	LE LIDEC	DCNS
Jean-Louis	MATTERA	Direction Interrégionale de la Mer MEMN
Denis	VAN DER PUTTEN	Direction Interrégionale de la Mer MENN
Gérard	VAUDOUT	Direction Interrégionale de la Mer NAMO
Tiphaine	CARIOU	Direction Interrégionale de la Mer SA
Sandrine	ROBBE	DREAL Basse Normandie
Bertrand	CAGNEAUX	DREAL Basse-Normandie
Béatrice	BOUCHET	DREAL Bretagne
Jocelyne	FOURNEL	DREAL Bretagne
Dominique	LEPETIT	DREAL Haute-Normandie
Francis	LAUZIN	DREAL Pays Loire/MECC
Sivane	SOUMAGNAC	E.ON France
Cécile	CHAPELLE	EDF - Energies Nouvelles
Jean-Francois	DHEDIN	EDF - Energies Nouvelles
Sylvain	GAIGNARD	EDF - Energies Nouvelles
Jean-Philippe	PAGOT	EDF - Energies Nouvelles
Elodie	PERRET	EDF - Energies Nouvelles
Mathilde	GARRIGUES	EDP Renovaveis
Florence	SIMONET	EDP Renovaveis
Patrick	MICHEL	EGIS
Isabelle	ARDOUIN	Eole Génération
Simon	COURRET	Eole Génération - GDF Suez
Sonia	KOZLOWSKI	Eole RES
Jonas	RAURAMO	Fortum
Julien	BLUTEAU	France Energie Eolienne
Philippe	GOVERNEUR	France Energie Eolienne
Philippe	PERVES	France Energie Eolienne
Caroline	PIGUET	France Energie Eolienne
Olivia	ARANA	France Energie Eolienne
Marc	BŒUF	France Energies Marines
Yann-Herve	DE ROECK	France Energies Marines
Soizic	HEMION	GDF Suez
Boris	FEDOROVSKY	Groupeement des Industries de Construction et Activités Navales
Consuelo	MORALES GOMEZ	Iberdrola
Emmanuel	ROLLIN	Iberdrola

LISTE DES MEMBRES DU COMITE DE PILOTAGE de 2012-2013

Claude	AUGRIS	IFREMER
Antoine	CARLIER	IFREMER
Yann-Herve	DE ROECK	IFREMER
Jean-Paul	DELPECH	IFREMER
Michel	PAILLARD	IFREMER
Gérard	VERON	IFREMER
Didier	GROSDEMANGE	In Vivo Environnement
Daniel	AVERBUCH	Institut Français du Pétrole - Energies Nouvelles
Yann	ANDRE	Ligue pour la Protection des Oiseaux
Thomas	BOUYER	MAAF/DPMA/Bureau de Gestion de la Ressource
Dominique	COLONNA-D'ISTRIA	MEDDE/CGDD/DDD3
Xavier	MARILL	MEDDE/CGDD/DDD3
Marie-Françoise	FACON	MEDDE/CGDD/SEED/IDDDPP1
Nicolas	MANTHE	MEDDE/CGDD/SEED/IDDDPP1
Marc	LANSIART	MEDDE/CGDD/SEED/IDDDPP2
Florent	POITEVIN	MEDDE/CGDD/SEED/IDDDPP2
Charlotte	DE PINS	MEDDE/DGALN/DEB
Léa	GERARD	MEDDE/DGALN/DEB
Julie	PERCELAY	MEDDE/DGALN/DEB
Sophie	DENANTES	MEDDE/DGALN/DEB/LM2
Alexandre	KAVAJ	MEDDE/DGALN/DEB/LM3
Julien	THOMAS	MEDDE/DGEC/DE/SD3/3B
Georgina	GRENON	MEDDE/DGEC/SD3
Jonathan	BONADIO	MEDDE/DGEC/SD5/5A
Olivier	DE GUIBERT	MEDDE/DGEC/SD5/5A
Daniel	DELALANDE	MEDDE/DGEC/SD5/5A
Guy	DUHAMEL	Museum d'Histoire Naturelle (Milieux et Peuplements Aquatiques)
Charles	SMADJA	Nenuphar-wind
Claire	ARTAGNAN	NEOEN
Antoine	TOLLEMANS	NEOEN
Loïc	HELLOCO	NEREIS Environnement
Cécile	PERSOHN	NEREIS Environnement
Marc	RAPIN	Office National d'Etudes et de Recherches Aéronautiques
Pierre-Henri	RICAUD	PRAGMA
Thomas	FOLEGOT	Quiet Oceans
Florence	MARCHAND	Quiet Oceans
Sophie	JACQUE	RTE France
Philippe	BORNENS	Sabella
Jean-François	DAVIAU	Sabella
Fabrice	JAVEL	SAFEGE
Thierry	DE L'AULNOIT	Saipem
Jacques	RUER	Saipem
Frederic	PETIT	Siemens
Edouard	LENHARDT	STX Europe
Benoit	TAVERNIER	STX Europe
Jean-remy	VILLAGEOIS	STX Europe
Antoine	DECOUT	Syndicat des Energies Renouvelables
Marion	LETTY	Syndicat des Energies Renouvelables
Stephane	HIS	Technip
Ludivine	MARTINEZ	UMS Pelagis - Université de la Rochelle CNRS
Justine	DELANGUE	Union internationale pour la conservation de la nature France
Marc	VERGNET	VERGNET
Vincent	BALES	WPD Offshore
Rémi	CASTERAS	WPD Offshore
Mathilde	LECLERCQ	WPD Offshore
Aline	VIREY	WPD Offshore

LISTE DES MEMBRES DU COMITE DE RELECTURE de 2012-2013

Ont participé à la relecture de ce guide les organismes suivants :

- Ailes Marine SAS
- Agence des Aires Marines Protégées
- Biotope
- Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement Méditerranée
- Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales
- Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins
- Direction Interrégionale de la Mer / Manche Est Mer du Nord
- DREAL Pays de la Loire
- EGIS
- France Energie Eolienne
- La Compagnie du Vent – GDF Suez
- IFREMER
- In Vivo Environnement
- Ligue pour la Protection des Oiseaux
- Ministère de l'Ecologie / CGDD
- Ministère de l'Ecologie / DGEC
- Ministère de l'Ecologie / DEB
- Neoen Marine
- Quiet Oceans
- Syndicat des Energies Renouvelables
- WPD Offshore

Prestataire :



BIBLIOGRAPHIE

Agence des Aires Marines Protégées, à paraître. Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en Manche-Est - Recommandations à destination des porteurs de projets éoliens, 36 p.

Ahlén, I., Bach, L., Baagøe, H.J., Pettersson, J., 2007. Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Vindval report 5571, 35 p.

Andersson M.H., 2011. Offshore wind farms – ecological effects of noise and habitat alteration on fish. Doctoral dissertation, Stockholm University, 48 p.

Association internationale de Recherche Hydraulique, 1986. Paramètres des états de mer. Association Permanente des Congrès de Navigation, Belgique, 24 p.

Blew J., Hoffmann, M., Nehls, G. & Hennig, V., 2008. Investigations of the bird collision risk and the responses of harbour porpoises in the offshore wind farms Horns Rev, North Sea, and Nysted, Baltic Sea, in Denmark. Part I: Birds. University of Hamburg & BioConsult SH, Final Report 2008, 133 p.

Blyth-Skyrme R.E., 2010. Options and opportunities for marine fisheries mitigation associated with windfarms. COWRIE Ltd., Ichthys Marine Final report for Collaborative Offshore Wind Research Into the Environment contract FISHMITIG09, 125 p.

Boehlert G.W. & Gill, A.B., 2010. Environmental and ecological effects of ocean renewable energy development, a current synthesis. *Oceanography*, 23(2):68-81.

Brandt M.J., Diederichs, A. & Nehls, G., 2009. Investigations into the effects of pile driving at the offshore wind farm Horns Rev II and the FINO III research platform. BioConsult SH, Report to DONG Energy, 33 p.

BSH, 2007. Standard. Investigation of the Impacts of. Offshore Wind Turbines on the Marine Environment (StUK 3). Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, BSH-Nr. 7003, 57 p.

Cadiou, B., 2010. Méthodes de suivi des colonies d'oiseaux marins : dénombrement de l'effectif nicheur et suivi de la production en jeunes. Document de travail GISOM (non publié), 97 p.

Camphuysen K.C.J., Fox A.D., Leopold M. et Petersen I.K. (2002), « Towards standardised seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessments for offshore wind farms in the U.K. A comparison of ship and aerial sampling methods for marine birds, and their applicability to offshore wind farm », COWRIE.

Castège I. et Hémery G. (2009), Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne : Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées, Ed. Biotope, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, Collection Parthénope, 176 p.

Carlier, A., Delpech, J.-P., 2011. Impacts des câbles sous-marins sur les écosystèmes côtiers. Cas particulier des câbles électriques de raccordement des parcs éoliens offshore (compartiments benthiques et halieutiques). Rapport Ifremer RST - DYNECO/EB/11-01/AC. 59 p.

CETMEF, 2012. Suivi environnemental des aménagements portuaires et littoraux - Guide de recommandations. Référence CETMEF : C 12-02, 150 p. Disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://www.eau-mer-fleuves.cerema.fr/suivi-environnemental-des-amenagements-portuaires-a1073.html>

CETMEF, 2010. Canalisations et câbles sous-marins - État des connaissances. Préconisations relatives à la pose, au suivi, et à la dépose de ces ouvrages sur le Domaine Public Maritime Français, 176 p. Disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://www.eau-mer-fleuves.cerema.fr/canalisations-et-cables-sous-marins-etat-des-a317.html>

Certain G. (2007), Distribution, abondance et stratégie de recherche alimentaire chez les prédateurs supérieurs du Golfe de Gascogne : une étude spatialisée. Thèse de doctorat, Université de La Rochelle.

CMACS, 2003. A baseline assessment of electromagnetic fields generated by offshore windfarm cables. - COWRIE Report EMF, 71 p.

CREDOC, 2008. Les retombées économiques et les aménités des espaces naturels protégés. Rapport général. Etude réalisée pour les Parcs Nationaux de France. Collection des rapports n°255, novembre 2008, 132 pp.

Degraer S. & Brabant, R., 2009. Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine Ecosystem Management Unit, 287 p.

Degraer S., Brabant, R. & Rumes, B., 2010. Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine Ecosystem Management Unit, 184 p.

De Jong C.A.F. & Ainslie, M.A., Underwater radiated noise due to the piling for the Q7 Offshore Wind Park. In: (Ed.) Acoustics'08, Paris, June 29-July 4, 2008. pp. 117-122.

De Seynes, A. & André, Y., 2008. De l'inventaire des connaissances à la définition de protocoles de suivi des oiseaux en mer en prévision du développement des parcs éoliens offshore. Programme national éolien-biodiversité, ADEME-MEEDDAT-SER/FEE-LPO, 46 p.

Diederichs A., Nehls, G., Dähne, M., Adler, S., Koschinski, S. & Verfuß, U., 2008. Methodologies for measuring and assessing potential changes in marine mammal behaviour, abundance or distribution arising from the construction, operation and decommissioning of offshore windfarms. BioConsult SH, Report for COWRIE Ltd., 90 p.

Drewitt A. & Langston, R.H.W., 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis*, 148(Supp. S1):29–42.

Garthe S. et Hüppop O. (2004), « Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index », *Journal of Applied Ecology*, vol. 41, n°4, pp. 724 734.

Gill A.B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J. & Wearmouth, V., 2009. COWRIE 2.0 Electromagnetic Fields (EMF) Phase 2: EMF-sensitive fish response to EM emissions from subsea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. COWRIE Ltd., 68 p.

Hartman J.C., Krijgsveld K.L., Poot M.J.M., Fijn R.C., Leopold M.F. et Dirksen S. (2012), « Effects on birds of Offshore Wind farm Egmond aan Zee (OWEZ). An overview and integration of insights obtained », , NoordzeewindNLBureau Waardenburg bv.

IFREMER, 2005. Protocole recommandé par l'Ifremer pour la réalisation des études d'impact et de surveillance des projets de sites d'implantation d'énergie renouvelable en mer. Disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://www.ifremer.fr/drogm/Cartographie/Plateau-continental/Implantation-d-eoliennes/Protocole>.

IFREMER, 2008. Les énergies marines renouvelables – Synthèse d'une étude prospective à l'horizon 2030, 34 p. Disponible en ligne à l'adresse suivante : http://www.ifremer.fr/content/download/39242/536346/file/Ifremer_synthese-etude-prospective-EnRM.pdf

IFREMER, 2011. Protocole conseillé pour la description de l'état initial et le suivi des ressources halieutiques dans le cadre d'une exploitation de granulats marins. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, 12 p. Disponible en ligne à l'adresse suivante : [http://www.ifremer.fr/drogm/content/download/38847/530746/file/Protocole Ressources-halieutique20110209-2.pdf](http://www.ifremer.fr/drogm/content/download/38847/530746/file/Protocole_Ressources-halieutique20110209-2.pdf)

JNCC, 2010. Statutory nature conservation agency protocol for minimising the risk of injury to marine mammals from piling noise. Joint Nature Conservation Committee, 14 p.

King S., Maclean I., Norman T. et Prior A. (2009), « Developing guidance on ornithological cumulative impact assessment for offshore wind farm developers », COWRIE.

Komdeur J., Bertelsen J. et Cracknell G. (1992), Manual for aeroplane and ship survey of waterfowl and seabird, International Wetland Publication, DK, National Environmental Research Institute, 37 p.

Krijgsveld K.L., Fijn R.C., Japink M., Horssen P.W. van, Heunks C., Collier M.P., Poot M.J.M., Beuker D. et Dirksen S. (2011), « Effect studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee. Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds », , NoordzeewindNLBureau Waardenburg bv.

Leonhard S., 2006. Impacts of Offshore Wind Farms on Benthos and Fish Communities. Experiences from the Danish Offshore Wind Farms. In: C. Zucco, W. Wende, T. Merck, I. Köchling & J. Köppel (Eds) Ecological Research on Offshore Wind Farms: International Exchange of Experiences (Project No.: 804 46 001) - PART A: International Exchange of Experiences on the Assessment of the Ecological Impacts of Offshore Wind Farms. Proceedings of the International Expert Workshop held at the TU Berlin, Germany, 17-18 March 2005. Bundesamt für Naturschutz, Berlin, pp. 41-44.

Leonhard S.B., Stenberg, C. & Støttrup, J. (Eds), 2011. Effect of the Horns Rev 1 Offshore Wind Farm on Fish Communities - Follow-up Seven Years after Construction. DTU Aqua, Orbicon, DHI, NaturFocus. Report commissioned by The Environmental Group through contract with Vattenfall Vindkraft A/S. DTU Aqua-report No 246-2011. National Institute of Aquatic Resources, Technical University of Denmark, 66 p.

Lüdemann K., Keller, O. & Kafemann, R., 2006. Assessment of the Ecological Impacts of Offshore Wind Farms on Fish. In: C. Zucco, W. Wende, T. Merck, I. Köchling & J. Köppel (Eds) Ecological Research on Offshore Wind Farms: International Exchange of Experiences (Project No.: 804 46 001) - PART A: International Exchange of Experiences on the Assessment of the Ecological Impacts of Offshore Wind Farms. Proceedings of the International Expert Workshop held at the TU Berlin, Germany, 17-18 March 2005. Bundesamt für Naturschutz, Berlin, pp. 48-52.

Lucke K., Siebert, U., Lepper, P.A. & Blanchet, M-A., 2009. Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) after exposure to seismic airgun stimuli. *Journal of the Acoustical Society of America*, 125(6):4060-4070.

Macleod I., Wright L.J., Showler D.A. et Rehfish M.R. (2009), « A Review of Assessment Methodologies for Offshore Windfarms ».

Macleod K., Du Fresne, S., Mackey, B., Faustino, C. & Boyd, I., 2010. Approaches to marine mammal monitoring at marine renewable energy developments - Final Report. SMRU, 110 p.

MEDDE, 2012. Energies Marines Renouvelables – Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques – Version 2012, 342 p. Disponible en ligne à l'adresse suivante : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/120615_etude_version_finale.pdf

MEDDE, 2012. Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) – Définition du « Bon Etat Ecologique » (BEE, article 9) – Rapport final descripteurs 1 et 2, 71 p. Disponible à l'adresse suivante : http://www.ifremer.fr/dcsmm/content/download/59188/815062/file/DCSMM_BEE_D1-D2_rapport_synthese_V20120323.pdf

MEDDTL, 2011. Plan climat de la France – Actualisation 2012. 133 p.

MEDDTL, 2011. Rapport sur l'industrie des énergies décarbonées en 2010 – Edition 2011, 189 p.

MEEDDAT, 2008. Dossier de presse – Grenelle Environnement : réussir la transition énergétique. 50 mesures pour un développement des énergies renouvelables à haute qualité environnementale, 29 p. Disponible en ligne à l'adresse suivante : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DP_energies_renouvelables.pdf

MEEDDM, 2010. Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens - Actualisation 2010. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, 188 p. Disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-guides-methodologiques.html>

MEEDDM, 2010. Guide pour l'évaluation des incidences des projets d'extraction de matériaux en mer sur les sites Natura 2000. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, 151 p. Disponible en ligne à l'adresse suivante : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/guide_version_finale_en_pdf.pdf

MEEDDM, 2011. Dossier de presse - Installation de 3 000 MW d'éoliennes en mer. 27 p.

Michel P., 2001. L'étude d'impact sur l'environnement. Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, 154 p.

OSPAR, 2008. OSPAR Guidance on Environmental Considerations for Offshore Wind Farm Development. OSPAR Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic, 19 p.

Reubens J., Degraer, S. & Vincx, M., 2010. Chapter 6. The importance of marine wind farms, as artificial hard substrata, for the ecology of the ichthyofauna. In: S. Degraer, R. Brabant & B. Rumes (Eds) Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Brussels, pp. 69-82.

Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, J. Goodwin & C. Harbusch, 2008. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publication Series No. 3 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 51 pp.

Scottish Natural Heritage, 2012. Assessing the cumulative impact of onshore wind energy developments. SNH, 41 p.

Simian G., Auxière, J.-P., Doré, A., Horellou, A., Noël, P., Siblet, J.-P., Trouvilliez, J. & Vaudin, A.-C., 2009. Guide méthodologique pour l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique en milieu marin. SPN-DMPA-MNHN, Rapport SPN 2008/13, 108 p.

Southall B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Gentry, R.L., Greene, C.R., Kastak, D., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A. & Tyack, P.L., 2007. Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations. Aquatic Mammals, 33(4):411-521.

Thanet Offshore Wind Ltd., 2007. Thanet Offshore Wind Farm Decommissioning. Summary of Environmental Impact. Final Report, 13 p.

Thomsen F., Lüdemann, K., Kafemann, R. & Piper, W., 2006. Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. Biola, Report for COWRIE Ltd., 62 p.

UICN, 2012. Développement des énergies marines renouvelables et préservation de la biodiversité - Synthèse bibliographique et recommandations. UICN, 104 p.

US Department of the interior, 2011. Effects of EMFs from undersea power cables on ,lasmobranchs and other marine species, 172 p.

Valéry L., 2010. Etude de la répartition spatiale des oiseaux marins au large - Guide méthodologique pour le programme de connaissance Natura 2000 en mer. SPN/MNHN, 29 p.

Valéry L., 2010. Evaluation de l'état de conservation des habitats d'oiseaux marins au sein des ZPS – Guide Méthodologique . SPN/MNHN, 35 p.

Walls R.J., Pendlebury, C.J., Budgey, R., Brookes, K. & Thompson, P., 2009. Revised best practice guidance for the use of remote techniques for ornithological monitoring at offshore windfarms. COWRIE Ltd., 49 p.

Wilhelmsson D., Malm, T., Thompson, R., Tchou, J., Sarantakos, G., McCormick, N., Luitjens, S., Gullström, M., Patterson Edwards, J.K., Amir, O. & Dubi, A., 2010. Greening Blue Energy: Identifying and managing the biodiversity risks and opportunities of off shore renewable energy. IUCN, 102 p.

LISTE DES SIGLES

AAMP	Agence des Aires Marines Protégées
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AIMS	Association International de Signalisation Maritime
APB	Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope
BACI	Before After Control Impact
BCIDSR	Bureau Central Interministériel de Documentation sur les Servitudes Radioélectriques
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CASSIC	Commandement Air des Systèmes de Surveillance, d'Information et de Communication
CEREMA	Centre d'Etude et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement
CETE	Centre d'Etude Technique de l'Equipeement
CETMEF	Centre d'Etudes Techniques Maritimes Et Fluviales
CGDD	Commissariat Général au Développement Durable
COT	Carbone Organique Total
CRMM	Centre de Recherche sur les Mammifères Marins
CROSS	Centres Régionaux Opérationnels de Surveillance et de Sauvetage
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
DCSMM	Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin
DDTM	Direction Départementale des Territoires et de la mer
DEB	Direction de l'Eau et de la Biodiversité
DGEC	Direction Générale de l'Energie et du Climat
DIRM	Direction Interrégionale de la Mer
DOCOB	DOCUments d'OBjectifs (pour les sites Natura 2000)
DPM	Domaine Publique Maritime
DPMA	Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture
DRAC	Direction Régionale des Affaires Culturelles
DRASM	Direction des Recherches Archéologiques Sous-Marines
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DSF	Document Stratégique de Façade
DTADD	Directive Territoriale d'Aménagement et de Développement Durable
DUP	Déclaration d'Utilité Publique
EDF	Electricité De France
EMR	Energie Marine Renouvelable
ENS	Espace Naturel Sensible
ERC	Eviter, Réduire, Compenser
GISOM	Groupeement d'Intérêt Scientifique Oiseaux Marins
GW	Gigawatt

HAP	Hydrocarbures PolyAromatiques
IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER
IGN	Institut Géographique National
LPO	Ligue pour la Protection des Oiseaux
MNHN	Muséum National d'Histoire Naturelle
MW	Mégawatt
PADD	Plan d'Aménagement et de Développement Durable
PAMM	Plans d'Action pour le Milieu Marin
PCB	PolyChloroBiphényles
PCET	Plan Climat Energie Territorial
PDESI	Plan Départemental des Espaces, Sites et Itinéraires
PDIPR	Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnée
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PREMAR	PREfecture MARitime
ROCCH	Réseau d'Observation de la Contamination Chimique du littoral
RPT	Réseau Public de Transport d'électricité
RTE	Réseau de Transport d'Electricité
SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SCOT	Schéma de COhérence Territorial
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDAP	Services Départementaux de l'Architecture et du Patrimoine
SHOM	Service Hydrographique et Océanographique de la Marine
SMVM	Schéma de Mise en Valeur de la Mer
SRCAE	Schéma Régional du Climat de l'Air et de l'Energie
SRCE	Schéma Régional de Cohérence Ecologique
SRE	Schéma Régional Eolien
TDF	TéléDiffusion de France
VMS	Vessel Monitoring System
ZDE	Zone de Développement de l'Eolien
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
ZPS	Zone de Protection Spéciale (Natura 2000)
ZSC	Zone Spéciale de Conservation (Natura 2000)

ANNEXE : Coordonnées utiles

AAMP	Agence des Aires Marines Protégées 16, quai de la douane – BP 429 32 29229 Brest Cedex 2 Tél. : 02 98 33 87 67 www.aires-marines.fr
ADEME	ADEME Centre de Paris 27, rue Louis Vicat 75737 Paris Cedex 15 Tél. : 01 47 65 20 00 – Fax : 01 46 45 52 36 www.ademe.fr
AIMS	Association Internationale de Signalisation Maritime 20 ter, rue Schnapper 78100 St Germain en Laye Tél. : 01 34 51 70 01
CEREMA (ex-CETMEF)	Cerema Eau, mer et fleuves - Brest Technopôle Brest Iroise BP 5 155, rue Pierre Bouguer 29280 - PLOUZANE Tel : 02.98.05.67.50 - Fax : 02.98.05.67.67 http://www.eau-mer-fleuves.cerema.fr/
CNC	Comité National de la Conchyliculture 122, rue de Javel 75015 Paris Tel. : 01 42 97 48 44 – Fax : 01 42 86 08 24 cnc@cnc-france.com www.cnc-france.com (liste et coordonnées des comités régionaux de la conchyliculture, ainsi que des organisations de producteurs disponibles sur le site internet du CNC)
CNPMEM CRPMEM C(I)DPMEM	Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins 134, avenue de Malakoff 75116 Paris Tél. : 01 72 71 18 00 – Fax : 01 72 71 18 50

	cnpmem@comite-peches.fr www.comite-peches.fr (liste et coordonnées des CRPMEM/C(I)DPMEM disponibles sur le site Internet du CNPMEM)
DIRM	DIRM Manche Est – Mer du Nord (régions Nord-Pas de Calais, Picardie, Haute et Basse Normandie) 4, rue du Colonel Fabien – BP 34 76083 LE HAVRE Tél. : 02 35 19 29 99 – Fax : 02 35 43 38 70 dirm-memn@developpement-durable.gouv.fr DIRM de la Mer Nord Atlantique – Manche Ouest (régions Bretagne et Pays de la Loire) 2, bd Allard – BP 78749 44187 Nantes Cedex 4 Tél.: 02 40 44 81 10 – Fax : 02 40 73 33 26 dirm-namo@developpement-durable.gouv.fr DIRM Sud Atlantique (régions Poitou-Charentes et Aquitaine) 3, rue Fondaudège CS 21227 33074 Bordeaux Cedex Tél. : 05 56 00 83 00 – Fax : 05 56 00 83 47 dirm-sa@developpement-durable.gouv.fr DIRM Méditerranée (région Languedoc-Roussillon, PACA et Corse) 23, rue des Phocéens 13236 Marseille Cedex 2 Tél. : 04 91 39 69 00 – Fax : 04 91 91 22 78 dirm-med@developpement-durable.gouv.fr
DPMA	Direction des Pêches Maritime et de l’Aquaculture Locaux : 3, place de Fontenoy 75007 Paris Courrier : 78, rue de Varenne 75349 Paris SP 07 Tél. : 01 49 55 82 01 – Fax : 01 49 55 82 00 ou 01 49 55 74 37 dpma@agriculture.gouv.fr http://www.developpement-durable.gouv.fr/
DREAL	DREAL Bretagne L’Armorique

10, rue Maurice Fabre CS 96515
35065 Rennes Cedex
Tél. : 02 99 33 45 55 – Fax : 02 99 33 44 33
DREAL-Bretagne@developpement-durable.gouv.fr
www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/

DREAL Corse

19, Cour Napoléon CS 10006
20704 Ajaccio Cedex 9
Tél. : 04 95 51 79 70
DREAL-Corse@developpement-durable.gouv.fr
www.corse.developpement-durable.gouv.fr/

DREAL Hauts-de-France

44, rue de Tournai BP 259
59019 LILLE Cedex
Tél. : 03 20 13 48 48 – Fax : 03 20 13 48 78
dreal-nord-pdc@developpement-durable.gouv.fr
<http://www.nord-pas-de-calais-picardie.developpement-durable.gouv.fr/>

DREAL Nouvelle Aquitaine

15, rue Arthur Ranc
CS 60539 – 86020 Poitiers cedex
Tél : 05 49 55 63 63
www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/

DREAL Normandie

Cité administrative - 2 rue Saint-Sever
BP 86002 - 76032 Rouen Cedex
Tél. 02.35.58.53.27 - Fax : 02.35.58.53.03
[www. normandie.developpement-durable.gouv.fr/](http://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/)

DREAL Occitanie

Cité administrative Bât. G
1 rue de la cité administrative
CS 80002
31074 Toulouse Cedex 9
Tél.: 05 61 58 50 00
www.occitanie.developpement-durable.gouv.fr/

DREAL Pays de la Loire

IFREMER

5, rue Françoise Giroud CS 16326
44263 NANTES Cedex 2
Tél : 02 72 74 73 00 – Fax : 02 72 74 73 09
www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/

DREAL Provence Alpes-Côte d'Azur

16, rue Zattara CS 70248
13331 Marseille cedex 3
Tél. : 04 91 28 40 40 – Fax : 04 91 50 09 54
<http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/>

IFREMER Centre Manche-Mer du Nord

150, quai Gambetta
62200 Boulogne-sur-mer
Tél. : 03 21 99 56 00 – Fax : 03 21 99 56 01
centre-de-boulogne@ifremer.fr
www.ifremer.fr

IFREMER Centre Bretagne

Z.I. Pointe du Diable
CS 10070
29280 Plouzané
Tél. : 02 98 22 40 40 – Fax : 02 98 22 45 45

IFREMER Centre Atlantique

Rue de l'Île d'Yeu – BP 21105
44311 Nantes Cedex 03
Tél. : 02 40 37 40 00 – Fax : 02 40 37 40 01

IFREMER Centre Méditerranée

Zone Portuaire de Brégaillon BP 330
83507 La Seyne-sur-mer Cedex
Tél. : 04 94 30 48 00

LPO

Ligue pour la Protection des Oiseaux

Fonderies Royales
8, rue du Docteur Pujos CS 90263
17305 Rochefort Cedex
Tél. : 05 46 82 12 34 – Fax : 05 46 83 95 86
www.lpo.fr

**Observatoire
PELAGIS**

**Observatoire PELAGIS – Centre de Recherche sur les
Mammifères Marins**

5, allée de l'Océan

PREFECTURES

17000 La Rochelle

Tél. : 05 46 44 99 10 – Fax : 05 46 44 99 45

crmm@univ-lr.fr

www.crmm.univ-lr.fr

Préfecture de région Bretagne

3, avenue de la Préfecture

35026 Rennes Cedex 9

Tél. : 02 99 02 10 35 – Fax : 02 99 02 17 80

<http://www.prefectures-regions.gouv.fr/bretagne>

Préfecture de Région Corse

Palais Lantivy

Cours Napoléon

20188 Ajaccio Cedex 9

Tél. : 04 95 11 12 13 – Fax : 04 95 11 10 28

www.prefectures-regions.gouv.fr/corse

Préfecture de région Hauts-de-France

12 rue Jean-Sans-Peur

59000 Lille

Tél. : 03 20 30 59 59 – Fax : 03 20 30 52 58

<http://prefectures-regions.gouv.fr/hauts-de-france>

Préfecture de région Normandie

7, place de la Madeleine

76036 Rouen Cedex

Tél. : 02 32 76 50 00 – Fax : 02 35 98 10 50

<http://www.prefectures-regions.gouv.fr/normandie>

Préfecture de région Nouvelle-Aquitaine

Esplanade Charles-de-Gaulle

33077 Bordeaux Cedex

Tél. : 05 56 90 60 60

<http://www.prefectures-regions.gouv.fr/nouvelle-aquitaine>

Préfecture de région Occitanie

1 place Saint-Etienne

31000 Toulouse

Tél. : 04 67 61 61 61 – Fax : 04 67 02 25 79

www.prefectures-regions.gouv.fr/occitanie

Préfecture de région Pays de la Loire

6, quai Ceineray BP 33515

44035 Nantes Cedex 1

Tél. : 02 40 41 20 20 – Fax : 02 40 41 20 25

<http://prefectures-regions.gouv.fr/pays-de-la-loire>

Préfecture de région Provence-Alpes-Côte d'Azur

place Félix-Baret

13006 Marseille

**PREFECTURES
MARITIMES**

Tél. : 04 84 35 40 45 – Fax : 04 84 35 48 55
<http://prefectures-regions.gouv.fr/provence-alpes-cote-dazur>

Préfecture maritime de l'Atlantique

B.P. 46
29240 Brest Armées
Tél. : 02 98 22 11 78 – Fax : 02 98 22 07 56
www.premar-atlantique.gouv.fr/contact/

Préfecture maritime de la Manche et de la Mer du Nord

BP1
50115 Cherbourg-Octeville Cedex
Tél. : 02 33 93 21 58 – Fax : 02 33 92 59 26
sec.aem@premar-manche.gouv.fr

Préfecture Maritime de la Méditerranée

Division de l'Action de l'Etat en Mer
BP 921
83 800 Toulon Armées
Tél. : 04 94 02 49 60
www.premar-mediterranee.gouv.fr/contact/

RICEP

Réseau d'Informations et de Conseil en Economie des Pêches

26, Boulevard Vincent Gâche
44200 Nantes
Tél. : 02 40 14 17 38
laurent.baranger@ricep.fr - <http://www.ricep.fr/index.html>

SHOM

Service Hydrographique et Océanographique de la Marine

CS 92803
29228 Brest Cedex 2
Tél. : 02 98 22 17 47
www.shom.fr

**Ministère de l'Environnement,
de l'Énergie et de la Mer**

Hôtel de Roquelaure
246 boulevard Saint-Germain
75007 Paris

Tél. 33 (0)1 40 81 21 22



MINISTÈRE
DE L'ENVIRONNEMENT,
DE L'ÉNERGIE
ET DE LA MER